

Aus der Medizinischen Klinik I
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. H. Eikmeier

**Das Verhalten von Natrium, Kalium, Kalzium
und anorganischem Phosphor
im Blutplasma von Schlachtrindern vor der Schlachtung
und während der Entblutung**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
bei dem Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

Eingereicht von
Joachim Lang
Tierarzt aus Gießen

Gießen 1974

Aus der Medizinischen Klinik I
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. H. Eikmeier

**Das Verhalten von Natrium, Kalium, Kalzium
und anorganischem Phosphor
im Blutplasma von Schlachtrindern vor der Schlachtung
und während der Entblutung**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
bei dem Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

Eingereicht von
Joachim Lang
Tierarzt aus Gießen

Gießen 1974

Mit Genehmigung des Fachbereiches Veterinärmedizin
in Gießen

Dekan: Prof. Dr. M. Frimmer

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Eikmeier

Tag der mündlichen Prüfung: 12. 4. 1974



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. <u>Einleitung</u>	1
B. <u>Schrifttum</u>	2
Tabelle 1: Literaturübersicht über den Gehalt an Natrium, Kalium, Kalzium und anorganischem Phosphor des Rinderblutes	3
Physiologische Einflüsse auf die Elektrolyte Natrium, Kalium, Kalzium und anorg. Phosphor	2
1. Einfluß der Trächtigkeit und Laktation	2
2. Einfluß des Zyklus	12
3. Einfluß der Tageszeit	12
4. Einfluß der Jahreszeit	13
5. Einfluß der Fütterung	14
6. Einfluß des Alters	15
7. Einfluß des Geschlechts	17
8. Einfluß der Rasse	18
9. Einfluß der Umwelt	18
Der Einfluß der Schlachtung und der Tötung auf die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorg. Phosphorwerte im Blut	19
C. <u>Eigene Untersuchungen</u>	23
1. Tiermaterial	23
2. Methodik	23
a) Allgemeine Angaben zur Einstellung des Autoanalysers	24
b) Die Bestimmung von Natrium und Kalium	25
c) Die Bestimmung des Kalziums	26
d) Die Bestimmung des anorg. Phosphors	26

	Seite
3. Untersuchungsergebnisse	28
a) Natrium	28
b) Kalium	32
c) Kalzium	36
d) anorganisches Phosphor	40
4. Durchführung der statistischen Auswertung	44
Beziehung zwischen dem Alter der Rinder und den Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorg. Phosphorwerten	46
D. <u>Besprechung der Ergebnisse</u>	52
E. <u>Diskussion</u>	52
F. <u>Zusammenfassung</u>	61
G. <u>Literatur</u>	64

A. Einleitung

Die Elektrolyte Natrium, Kalium, Kalzium und anorganisches Phosphor im Blute von Rindern sind schon von vielen Untersuchern bestimmt worden. Nun fällt aber bei genauer Betrachtung auf, daß einige zur Bestimmung der Elektrolytwerte entweder nur Schlachtblut, oder sowohl Schlachtblut als auch Jugularvenenblut verwendeten. Die meisten der so gefundenen Elektrolytwerte, ob im Schlachtblut oder Jugularvenenblut bestimmt, sind als sogenannte Normalwerte in die Literatur eingegangen. Es ist fraglich, ob die im Schlachtblut ermittelten Werte mit denen des lebenden Tieres identisch sind. KRAFT (44) untersuchte 1970 Blutproben (aus der Ohrvene vor der Schlachtung und aus der Schlachtwunde) von Schlachtschweinen, um das Verhalten der Elektrolyte Natrium, Kalium, Kalzium und anorganisches Phosphor und einiger anderer Plasmabestandteile zu beobachten. Dabei stellte er in bezug auf die Elektrolyte erhebliche Unterschiede zwischen den im Ohrvenenblut und den im Schlachtblut ermittelten Werten fest. SCHÜTZ, W. (75) schrieb 1954 : " Die Seren, die den nachstehenden Untersuchungen zugrundeliegen, entstammen zum größten Teil Schlachttieren. Das Blut wurde direkt aus der Stichwunde aufgefangen. Ob im Augenblick der Tötung eine vermehrte Ausschüttung von Kationen ins Blut stattfindet, bedarf noch der Untersuchung." Herr Professor Eikmeier stellte mir daher die Aufgabe, die Elektrolyte Natrium, Kalium, Kalzium und anorganisches Phosphor beim Rind vor der Schlachtung zu bestimmen und diese Werte mit denen des Schlachtblutes zu vergleichen. Weiterhin sollte festgestellt werden, ob die beim Schwein ermittelten Befunde sich beim Rind ähnlich verhalten, um einen Vergleich zwischen einer streßempfindlichen und einer weniger streßanfälligen Tierart zu gewinnen.

B. Schrifttum

In den Tabellen auf den folgenden Seiten sind " Normalwerte " für Natrium, Kalium, Kalzium und anorganisches Phosphor, wie sie in der Literatur zu finden sind, zusammengefaßt.

Wie aus der Tabelle 1 zu ersehen ist, bestehen große Unterschiede zwischen den Mittelwerten von Natrium, Kalium, Kalzium und Phosphor bei den einzelnen Untersuchern.

Physiologische Einflüsse auf die Elektrolyte Natrium, Kalium, Kalzium und anorganisches Phosphor

1. Einfluß der Trächtigkeit und Laktation

FISHER (27) fand keinen signifikanten Unterschied in den Plasmawerten von Natrium, Kalium und Kalzium zwischen laktierenden und trockenstehenden oder zwischen trächtigen und nicht trächtigen Kühen. Ebenso konnte JOHNSON (37) einen Laktationseinfluß auf den Gehalt an anorganischem Phosphor im Gesamtblut nicht nachweisen, während PAYNE und LEECH (60) feststellten, daß die Plasma-Phosphorkonzentration bei laktierenden Kühen signifikant geringer ist als bei trockenstehenden. Nach PAYNE und LEECH hat auch die Milchquantität keinen Einfluß auf die Kalzium- und Phosphorkonzentration im Serum.

SAID et al., PAYNE und LEECH, UNSHELM und FLOCK (94) berichten übereinstimmend, daß zwischen dem Stadium der Trächtigkeit und der Höhe des Kalzium- und Phosphorspiegels im Serum bei Kühen kein Zusammenhang besteht. Diesen nahezu konstanten Kalzium-

TABELLE 1

Literaturübersicht über den Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorgehalt des Rinderblutes. ("Normalwerte")

(Zeichenerklärung:
M = Mittelwert
Max. = Maximum
Min. = Minimum)

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg. Phosphor
Allcroft, W.M. (1) (1934)			8,65- 11,65 mg %	
Baglioni, T. (2) (1958)			Rinder am Ende der Trächtigkeit:	
			11,42 $\pm$ 1,30	5,16 $\pm$ 1,63
Barakat, M.Z. (3) (1969)	139,55 $\pm$ 0,9425 mVal/l	4,79 $\pm$ 0,1269 mVal/l	9,78 $\pm$ 0,0755 mg %	6,43 $\pm$ 0,1010 mg %
Baucks, D. (4) (1967)	336 $\pm$ 18,6 mg %	17,2 $\pm$ 1,84 mg %		
Baumgarten, F. (5) (1933)	M: 270,5 mg % Max.: 304 mg % Min.: 250 mg %			
Becker, P. (6) (1957)			M: 11,27 mg %	M: 6,55 mg %
Bentz, H. (8) (1960)		Schlachtblut: M: 27,1 $\pm$ 6,5 mg %		
Braun, W. (11) (1946)				
Butendieck, N. (12) (1965)	324,11 $\pm$ 20,76 mg %	17,82 $\pm$ 1,70 mg %	9,92 $\pm$ 0,61 mg %	
Carlström, G. (13, 14) (1961)			In der Zwischen kalbezeit: 10,47 $\pm$ 0,08 mg %	6,04 $\pm$ 0,13 mg %
				Junge Tiere : 6,4 $\pm$ 0,11 mg % Alte Tiere: 5,9 $\pm$ 0,12 mg % 5,97 $\pm$ 1,09 mg %

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg. Phosphor
Cormann, L. (17) (1924)	135 - 146 mVal/l	4,3 - 5,7 mVal/l	10,8 - 14,53 mg %	
Christoph, H. J. (16) (1972)			4,0 - 6,0 mVal/l	3,5 - 7,5 mg %
Dennler, H. - J. (18) (1969)			Bei Kälbern bzw. Junggrindern :	
			10,9 ± 0,3817 mg %	
Dukes, H. H. (22) (1970)			4,5 - 6,0 mVal/l	2,0 - 5,2 mVal/l
El Amrousi, S. (24) (1970)	Schwarzbunte Tiere: 392,062 ± 4,256 mg % Fleckviehtiere:	18,410 ± 0,362 mg %	10,542 ± 0,219 mg %	4,278 ± 0,170 mg %
	392,095 ± 5,882 mg %	19,410 ± 0,544 mg %	10,159 ± 0,286 mg %	4,374 ± 0,227 mg %
Fisher, E. W. (27) (1960)	Kälber : 141,8 ± 3,5 mVal/l Erwachsene Tiere:	5,1 ± 0,4 mVal/l	4,9 ± 0,2 mVal/l	
	142,2 ± 2,0 mVal/l	4,4 ± 0,3 mVal/l	5,0 ± 0,6 mVal/l	
Frei, W. (28) (1930)	Blut aus der Schlacht= wunde, aus der Vena jugularis und aus der Vena subcutanea abdominis:		Weibliche Rinder: 9,63 - 11,91 mg % Männliche Rinder: 8,2 - 11,92 mg % Weibliche Kälber: 9,96 - 12,76 mg % Männliche Kälber: 10,12 - 13,1 mg %	

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg.Phosphor
Gafner, P. (1955)	M : 316,9 mg% bei Heufütterung	14,0 mg %		
Haab, P. (1954)			Sterile Bestände: 10,49 $\pm$ 0,98 mg % Fruchtbare Bestände: 10,65 $\pm$ 0,99 mg % M : 9,99 mg % Min.: 8,05 mg % Max.: 11,48 mg %	6,36 $\pm$ 0,31 mg % 7,05 $\pm$ 0,35 mg % Tiere über 2 Jahre alt: M : 5,40 mg % Min.: 4,00 mg % Max.: 7,00 mg % 7,04 $\pm$ 1,42 mg %
Haag, J. (1935)			10,45 $\pm$ 0,84 mg % 10,44 $\pm$ 0,06 mg %	
Haiba, M.H. (1964)				
Hallgren, W. (1959)				
Johnson, S.R. (1939)				
Kment, A. (1949)		Schlachtblut: M: 22,77 mg % Min.: 20,29 mg % Max.: 25,72 mg % 17 mg %		Gesamtblut: 4,33 $\pm$ 0,04 mg %
Kolb, E. (1967)	325 mg %		10 mg %	6 mg %
Kornberg, L. (1957)	Kälber von 8 - Wochen bis zu 2 Jahren: 348,322 $\pm$ 6,779 mg %			

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg.Phosphor
Kornberg, L. (42) (1957)	Rinder 2-10 Jahre alt : 352,163 $\pm$ 5,340 mg% Rinder über 10 Jahre: 358,175 $\pm$ 4,408 mg%			
Köppel, W. (43) (1969)	<u>Schlachtblut:</u> türkische Rinder 129,16 mVal/l deutsche Rinder 148,61 mVal/l	4,76 mVal/l 4,87 mVal/l	4,36 mVal/l 4,59 mVal/l Färsen 1-2 Jahre: 8,97 $\pm$ 0,23 mg% Kühe bis 5 Jahre: 9,06 $\pm$ 0,25 mg% Kühe 5-8 Jahre: 9,53 $\pm$ 1,08 mg% Kühe über 8 Jahre: 9,15 $\pm$ 0,67 mg%	6,48 mg % 6,43 mg %
Launer, P. (47) (1967)				
Mc Sherry, B.J. (1954)	2-13 Jahre alte Rinder: 142,0 $\pm$ 5,0 mVal/l 4-10 Monate alte Kälber : 147,1 $\pm$ 6,6 mVal/l	4,85 $\pm$ 0,47 mVal/l 5,12 $\pm$ 0,45 mVal/l	5,42 $\pm$ 0,34 mVal/l 5,58 $\pm$ 0,4 mVal/l	4,5 $\pm$ 0,94 mg % 7,8 $\pm$ 1,09 mg %

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg.Phosphor
Mylrea, P.J. (52) (1968)	Kälber: 140 ± 5,8 mVal/l Rinder: 139 ± 5,1 mVal/l Färsen: 141 ± 4,5 mVal/l Kühe: 143 ± 5,2 mVal/l 132 - 152 mVal/l	5,0 ± 0,46 mVal/l 4,7 ± 0,42 mVal/l 4,5 ± 0,37 mVal/l 4,7 ± 0,53 mVal/l 3,9 - 5,8 mVal/l	10,1 ± 0,69 mg % 10,3 ± 0,38 mg % 10,2 ± 0,57 mg % 10,2 ± 0,58 mg % 4,5 - 6,0 mVal/l	8,9 ± 1,2 mg % 7,1 ± 1,3 mg % 6,2 ± 1,1 mg % 5,5 ± 1,5 mg %
Nilsson, L.S. (55) (1960)			9,9 ± 0,13 mg %	7,8 ± 0,18 mg %
Patel, B.M. (57) (1966)			M: 10,8 mg % Min.: 8,4 mg % Max.: 12,9 mg %	
Paul, K. (58) (1936)				
Paulsson, S. (59) (1965)	142 ± 5,7 mVal/l	5,7 ± 0,77 mVal/l	10,8 ± 1,3 mg %	5,7 ± 1,18 mg %
Pascu, T. (56) (1969)	Proöstrus: 261 ± 0,43 mg % Oöstrus: 281 ± 0,35 mg % Diöstrus: 298 ± 0,42 mg %	17,81 ± 1,08 mg % 18,60 ± 3,60 mg % 16,40 ± 2,57 mg %		
Payne, J.M. (60) (1964)			10,65 ± 0,79 mg %	5,23 ± 1,08 mg %

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg.Phosphor
Reihart, O.F. (63) (1939)	Zur Melkzeit: 255 ± 14,9 mg % Tragende Kühe: 380 ± 16 mg % Rinder : 371 ± 10,2 mg %	24,0 ± 1,5 mg % 24,7 ± 2,5 mg % 24,1 ± 1,5 mg %	11,0 ± 0,9 mg % 11,4 ± 0,6 mg % 11,8 ± 0,6 mg %	5,4 ± 0,6 mg % 5,2 ± 0,6 mg % 4,8 ± 0,4 mg % Männliche Tiere 600 Tage alt: 5,62 ± 0,14 mg % Weibliche Tiere 600 Tage alt: 5,55 ± 0,16 mg %
Roubicek, C.B. (1968)			10,5 mg %	
Rustige, J. (67) (1958)			10,70 - 11,76 mg %	5,03 - 7,01 mg %
Said, A.H. (69) (1964)			11,8 - 14,2 mg %	7,1 - 8,8 mg %
Said, A.H. (70) (1966)				
Sander, B. (71) (1956)	Tiere im Alter von: 2-8 Wochen: 26,3 ± 0,644 mg % 6 Monate - 3 Jahre: 23,5 ± 0,300 mg % 3-8 Jahre : 22,89 ± 0,252 mg % 9-20 Jahre : 22,7 ± 0,260 mg %			

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg. Phosphor
Seidel, H. (80) (1964)	324 mg % unterer Grenzwert: 315 mg %	21 mg % 16,0 mg %	9,8 - 10,7 mg % 9,0 mg % 7,0 mg % in der Puerperalphase 10,6 mg %	
Seidel, H. (79) (1970)	327 mg %	18 mg %		
Seidel, H. (78) (1970)	336,3 ± 25,80 mg %	17,2 ± 1,75 mg %	9,7 ± 0,79 mg %	
Simeonov, S. (84) (1966)			10,02 ± 0,71 mg %	5,56 ± 1,96 mg %
Sjollema, B. (31) (zit. n. Gürtler, H.) (1932)			9,35 mg %	4,57 mg %
Slanina, I. (85) (1968)				
Sprenger, H. U. (1963) (86)	24 Stunden lang bestimmt: 137,12 ± 2,84 mVal/l	19,2 - 21,3 mg % 4,26 ± 0,34 mVal/l	8,49 - 9,68 mg %	4,1 - 6,1 mg %
Squibb, R. L. (87) (1958)			4,85 ± 0,24 mVal/l 10,15 ± 1,21 mg %	6,90 ± 0,85 mg %
Stephan, J. (89) (1965)	345,0 ± 11,0 mg %	20,8 ± 1,56 mg %		

Autoren	Natrium	Kalium	Kalzium	anorg.-Phosphor
Schmid, K. (72) (1963)	353,0 ± 14,0 mg %	18,25 ± 1,12 mg %	9,74 ± 1,07 mg %	5,72 ± 0,81 mg %
Schneidawind, R. (1962)			M: 10,05 mg % Min.: 8,59 mg % Max.: 11,66 mg % 5,0 mVal/l	
Schreiber, G. (74) (1969)	141,2 mVal/l	4,6 mVal/l		3,0 mVal/l
Schütz, W. (75) (1954)	Schlachtblut:			
Tashjian, J. P. (1968)	322,28 ± 7,61 mVal/l 179 ± 1,7 mVal/l	21,8 ± 2,07 mg % 4,8 ± 0,26 mVal/l	10,17 ± 0,68 mg % 5,0 ± 0,41 mVal/l	3,5 ± 0,49 mVal/l
Vrzgula, L. (95) (1963)	Kälier von 3 - 11 Monaten: 338 + 2,30 mg % Rinder von 1 Jahr: 322 + 2,62 mVal % Rinder von 2 Jahren: 321 + 2,28 mVal % Rinder von 3 Jahren: 318 + 1,78 mg % Kühe 4-5 Jahre alt: 315 + 1,96 mg % Kühe 6-7 Jahre alt: 312 + 1,77 mg % Kühe 8-10 Jahre alt: 312 + 1,68 mg % Kühe 11-20 Jahre alt: 306 ± 2,12 mg %	21,9 ± 0,25 mg % 21,9 ± 0,25 mVal % 21,3 ± 0,24 mg % 21,1 ± 0,24 mg % 20,8 ± 0,18 mg % 20,3 ± 0,16 mg % 20,1 ± 0,17 mg % 19,2 ± 0,21 mVal %	9,8 ± 0,10 mg % 9,3 ± 0,08 mg % 9,0 ± 0,08 mg % 8,9 ± 0,10 mg % 8,7 ± 0,06 mg % 8,4 ± 0,05 mg % 8,1 ± 0,06 mg % 7,7 ± 0,08 mg %	
Unshelm, J. (94) (1967)				7,41 ± 0,07 mg %

spiegel führen SAID et al. (69) auf ein Diffusionsgleichgewicht zwischen dem labilen Knochenkalzium und dem Plasmakalzium zurück. Eine Änderung der Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Phosphorkonzentration durch die Laktation beobachtete REIHART (63) ebenso wenig wie SIMEONOV et al. (84), die auch einen Einfluß der Trockenperiode auf die Kalzium- und Phosphorkonzentration im Blut ausschließen.

Der Natrium- und Kalziumgehalt im Serum von Kühen in der letzten Trächtigkeitswoche und im Puerperium soll sich nach STÖCKL et al. (90) nicht wesentlich von den bekannten "Normalwerten" unterscheiden. Dagegen fanden EL AMROUSI und HOFMANN (24), daß mit zunehmender Trächtigkeit eine Abnahme des Kalzium- und Phosphorgehaltes im Serum, sowohl im Sommer als auch im Winter eintritt, wobei das Absinken dieser Werte im Winter besonders ausgeprägt sein soll. Sie stellten weiterhin fest, daß die Kalziumwerte bis zum 3. Laktationsmonat und die Phosphorwerte bis zum 5. Laktationsmonat ansteigen und ihr Maximum erreichen. Danach fällt der Kalziumgehalt bis zum 7. Laktationsmonat allmählich ab, während der Phosphor-Serumspiegel rasch abfällt. LANE et al. (46) vertreten die Ansicht, daß zwischen dem Laktationsmonat und der Kalium- und Kalziumkonzentration eine negative, mit der Natriumkonzentration dagegen eine positive Korrelation besteht. Die ersten vier Trächtigkeitsmonate sollen seiner Meinung nach keinen Einfluß auf die Elektrolytwerte haben. Danach stellte er ein Absinken von Natrium und Kalzium und eine Zunahme von Kalium und Phosphor im Serum fest. Im Laufe der Laktation soll es zu einem Ansteigen der Phosphorwerte kommen (LANE 46), wohingegen UNSHELM und FLOCK (94) eine Verminderung des Phosphorspiegels und zwar vom 7. Laktationsmonat an fanden. RAKO et al. (62) beobachteten bei Kühen mit hoher Milchleistung (20,9 kg/Tag) eine geringere Kalziumkonzentration im Serum, im Gegensatz zu Kühen mit

niedrigerer Milchleistung (11,8 kg/ Tag). In der zweiten Hälfte der Laktation soll sich dieser Unterschied ausgleichen.

Nach SANDER (71) zeigen laktierende Kühe eine Kaliumabnahme im Serum.

Bei trächtigen Kühen soll der Kalziumgehalt im Serum geringer sein als bei nicht tragenden (FREI und EMMERSON 28). Diesen Befund bestätigte NENSI (54). Er fand bei tragenden Tieren sowohl eine geringere Kalzium- als auch Kaliumkonzentration im Serum.

2. Einfluß des Zyklus

PASCU (56), der bei Kühen den Natrium- und Kaliumgehalt im Blutserum in den verschiedenen Zyklusphasen untersuchte, beobachtete, daß die Kaliumkonzentration während des Östrus und die Natriumkonzentration während des Diöstrus am größten ist.

3. Einfluß der Tageszeit

Während einer 24 stündigen Untersuchung des Kalium- und Kalziumgehaltes im Blutserum von drei Kühen stellte SEIDEL (80) fest :

- a.) bei Kalium war die Streuung besonders hoch. Es konnten Kaliumkonzentrationen gemessen werden, die weit unter den in der Literatur angegebenen Werten liegen.
- b.) der Kalziumspiegel zeigte während der 24 Stunden eine relativ große Konstanz.

Genauere Untersuchungen über den tageszeitlichen Einfluß auf den Gehalt an Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphor im Serum wurden von UNSHELM und RAPPEN (93) durchgeführt, die dabei zu folgendem Ergebnis kamen:

der Natriumgehalt im Blut vermindert sich von 8 Uhr ab kontinuierlich mit einem anschließenden Anstieg von 14 - 16 Uhr. Dagegen zeigen die Kaliumwerte

ein gegensätzliches Verhalten. Die Kalziumwerte steigen von 8 - 10 Uhr zu einem deutlichen Maximum, welches von 10 - 12 Uhr fast konstant bleibt. Dann fällt der Kalziumspiegel ab. Der Phosphorgehalt vermindert sich von 8 - 14 Uhr kontinuierlich. Diese tageszeitabhängigen Schwankungen sollen nach UNSHELM und RAPPEN (93) nicht vorwiegend auf der Beeinflussung durch die Nahrungsaufnahme beruhen, sondern sollen zum größten Teil auf die Beteiligung endokriner Faktoren zurückzuführen sein (Nebennierenrinde, Parathyreoidea, Östrogene, Testosterone).

4. Einfluß der Jahreszeit

BUTENDIECK (12) spricht von wesentlichen Unterschieden in der Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Phosphorkonzentration während verschiedener Jahreszeiten. Auch LANE (46) stellte jahreszeitliche Unterschiede im Natrium- und Kalziumspiegel fest, wobei Natrium von Januar bis September gleich bleibt und von Oktober bis Dezember höhere Werte zeigt. Die Kalziumwerte sind von April bis Juni niedriger als von Juli bis September.

SREBOCAN (88) bemerkte bei seinen Untersuchungen ebenfalls ein starkes Absinken der Kalziumkonzentration während der Herbstzeit, ohne daß klinisch Hypokalzämie - Symptome vorgelegen hätten.

Auch SHIRLEY et al. (83) konnten nachweisen, daß die Kalzium - und Phosphorwerte im Plasma bei Kühen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen sind, wobei Phosphor - und Kalziumwerte im September höher liegen, die Phosphorwerte auch im Dezember, als im März oder Juni.

UNSHELM und FLOCK (94) fanden dagegen keinen sicheren Hinweis dafür, daß die Jahreszeit einen Einfluß auf die Natrium-, Kalium- und Kalziumwerte im Blutserum des Rindes ausübt. Sie weisen darauf hin, daß der Phosphorgehalt bei Kühen im zweiten Drittel des

Jahres signifikant unter dem Durchschnitt liegt, jedoch in den Monaten September bis Dezember darüber.

5. Einfluß der Fütterung

Nach BUTENDIECK (12) besteht eine Korrelation zwischen den Mineralstoffwerten des Blutes der Rinder und des Bodens.

Beachtliche Unterschiede in den Elektrolytwerten stellten EL AMROUSI und HOFMANN (24) zwischen der Sommer- und Winterfütterung fest, wobei sie insbesondere bei tragenden schwarzbunten Kühen, die über 4 Jahre alt waren, im Winter eine starke Verminderung des Phosphorgehaltes im Blutserum fanden. KÖPPEL (43) äußert die Vermutung, daß eine Abhängigkeit der Serumwerte vom Ernährungszustand bzw. von der Fütterung besteht. PATEL (57) schreibt der Ernährung des Rindes einen starken Einfluß auf die Höhe der Kalzium- und Phosphorwerte im Blut zu. RAKO (62) untersuchte die Kalziumkonzentration im Blutserum bei Kühen, wobei eine Gruppe mit Heu, eine andere Gruppe mit Silage gefüttert wurde. Dabei stieg bei Heufütterung der Kalziumgehalt im Blutserum der Tiere an, während er bei der Silagefütterung kontinuierlich abnahm.

Die absolute Höhe der Kalziumwerte im Blut bei Kühen zeigte nach verschieden hoher Eiweißfütterung keine deutliche Veränderung. Dagegen fanden sich nach der Fütterung von Rationen mit verschieden hohem Rohproteinanteil Senkungen des Kalziumspiegels um 0,3 - 1,0 mg/100 ml (RUSTIGE 67).

Bei der Zufütterung von Phosphor auf der Weide konnte SHIRLEY (83) einen Anstieg der Phosphorwerte im Blut der Tiere feststellen, während der Blutkalziumspiegel durch die Zufütterung nicht beeinflusst wurde.

JOHNSON (37) ist der Meinung, daß die Fütterung keinen Einfluß auf die Höhe der anorganischen Phosphorwerte hat.

6. Einfluß des Alters

Wie aus den vorangegangenen Angaben hervorgeht, gehen die Ansichten, inwieweit die verschiedenen physiologischen Einflüsse eine Veränderung der Elektrolytwerte hervorrufen (auf Grund der von den einzelnen Autoren durchgeführten Untersuchungen) weit auseinander. Auch bei der Durchsicht der Literatur hinsichtlich des Alterseinflusses auf die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganische Phosphorkonzentration im Blut, findet man ebenfalls unterschiedliche Untersuchungsergebnisse.

KÖPPEL (43), der die Natrium- und Kaliumwerte von Tieren unter zwei Jahren mit denen von über zwei Jahre alten Tieren verglich, konnte keinen Unterschied aufzeigen.

SAID et al. (69) fanden keine Veränderung der Kalzium- und Phosphorwerte im Rinderblut mit zunehmendem Alter der Tiere (unter 6 Monaten bis über 4 Jahre). KORNBERG (42) konnte einen Anstieg der Natriumwerte und EL AMROUSI und HOFMANN (24) und LANE et al. (46) konnten einen Anstieg der Kaliumwerte (auf Grund ihrer Untersuchungen) statuieren, wohingegen MYLREA und BAYFIELD (52) und SANDER (71) bei ihren Untersuchungen mit steigendem Alter der Tiere eine Abnahme des Kaliumspiegels im Serum nachwiesen. Wobei SANDER (71) nur von einer geringgradigen Kaliumabnahme spricht, die wahrscheinlich, aber nicht statistisch gesichert ist. Eine signifikante Differenz konnte er nur zwischen Alt- und Jungtieren finden. Im Gegensatz zu KORNBERG (42) stellte VRZGULA (95) eine Abnahme der Natriumwerte im Blutserum mit zunehmendem Alter fest.

UNSHELM und RAPPEN (93) untersuchten das Serum von 12 Kühen im Alter von 2 bis 7 Jahren. Dabei stellten sie fest, daß keine Beziehung zwischen dem Alter der Tiere und der Höhe der Natrium-, Kalium- und Kalzium-

werte besteht; eine solche Beziehung hinsichtlich der anorganischen Phosphorwerte schließen sie nicht aus. So berichteten sie ein Jahr zuvor, daß die Phosphorkonzentration beim männlichen Tier bis zum 200. Tag und beim weiblichen Tier bis zum 300. Tag ansteigt und sich dann kontinuierlich vermindert. Nahezu zum gleichen Ergebnis kam ROUBICEK (66), der bei Tieren, die 235 bis 340 Tage alt waren, die höchsten Plasma-Phosphorwerte fand, wie bei allen anderen Proben, die er von älteren Tieren nahm.

Bei der Untersuchung des Serums auf eine Altersabhängigkeit der anorganischen Phosphorwerte teilte BRAUN (11) die Rinder in junge (18 bis 30 Monate alte) und alte Tiere (über 30 Monate alte) ein, wobei die älteren Tiere einen hochsignifikant niedrigeren Phosphorspiegel im Blutserum aufwiesen.

Die gleiche Beobachtung machten MC SHERRY und GRINYER (50), die Tiere im Alter von 4 bis 10 Monaten den 2 bis 13 jährigen gegenüberstellten.

Eine Differenz im anorganischen Phosphorgehalt des Blutserums zwischen 2 und 3 jährigen und 4 und 5 jährigen Milchkühen konnte JOHNSON (37) nicht nachweisen. Jedoch fand er einen signifikanten Phosphorabfall bei Kühen, die älter als sechs Jahre waren.

Daß die Plasma-Phosphorkonzentration mit steigendem Alter fällt, konnten auch EL AMROUSI und HOFMANN (24), LANE et al. (46) und MYLREA und BAYFIELD (52) feststellen.

In der Gruppe normal kalbender Kühe fand CARLSTRÖM (13) bei älteren Tieren einen niedrigeren Serum-Phosphorgehalt als bei jüngeren.

Übereinstimmend stellten PAUL (58), KÖPPEL (43) und PAYNE und LEECH (60) fest, daß mit steigendem Alter in der Regel der Kalzium- und Phosphorgehalt im Blut der Kühe abnimmt. Für jedes einzelne Tier kann jedoch von einer stetig und regelmäßig abfallenden

Kurve nicht die Rede sein (PAUL 58). Der Kalziumgehalt soll nach PAYNE und LEECH (60) nur geringfügig zurückgehen, während der Phosphorgehalt stark abfallen soll. Eine Altersabhängigkeit der Serum-Kalziumwerte ist deutlich feststellbar (LAUNER 47). So äußerten LAUNER (47), FREI und EMMERSON (28), SHIRLEY et al. (83) und VRZGULA (95) auf Grund ihrer Untersuchungen übereinstimmend die Meinung, daß sich die Kalziumwerte mit steigendem Alter der Rinder vermindern, wobei nach LAUNER (47) der Kalziumabfall durch einen vorübergehenden Kalziumanstieg unterbrochen werden kann. Sowohl FREI und EMMERSON (28), als auch VRZGULA (95) konnten nachweisen, daß bei Kälbern höhere (FREI und EMMERSON 28) bzw. die höchsten Kalziumwerte (VRZGULA 95) zu finden sind. Während bei Kühen im Alter von 11 bis 20 Jahren die niedrigsten Kalziumwerte gemessen werden (VRZGULA 95).

7. Einfluß des Geschlechts

BENTZ und HANDRIK (8) untersuchten das Blutserum von 74 weiblichen und 21 männlichen Schlachtrindern auf dessen Kaliumgehalt und geben an, daß selbst bei der geringen Zahl von männlichen Tieren doch eine Übereinstimmung mit den Werten der weiblichen Tiere deutlich zu erkennen ist. Zu dem gleichen Ergebnis kommt KMENT (39) bei seinen Untersuchungen. KÖPPEL (43) war es ebenfalls nicht möglich einen Geschlechtsunterschied für die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte statistisch zu sichern, ebensowenig konnten dies LAUNER (47), EL AMROUSI und HOFMANN (24) für Kalzium oder ROUBICEK et al. (66) für Phosphor. Dagegen wiesen PATEL et al. (57), UNSHELM und FLOCK (94) und NESENI (54) nach, daß bei den beiden Geschlechtern

die Höhe der Elektrolytwerte differiert.

In Übereinstimmung mit PATEL et al. (57), die bei Bullen den geringsten Gehalt an Kalzium- und anorganischem Phosphor im Blut feststellten, fanden UNSHELM und FLOCK (94) bei männlichen Tieren deutlich niedrigere Phosphorwerte als bei weiblichen. Auch NESENI beobachtete bei weiblichen Tieren einen höheren Serum-Kalzium- und Kaliumgehalt als bei männlichen.

8. Einfluß der Rasse

Nach EL AMROUSI und HOFMANN (24), JOHNSON (37) und UNSHELM und FLOCK (94) soll die Rasse der Rinder auf den Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorspiegel im Blut keinen nennenswerten Einfluß haben. Im Gegensatz dazu stellte KÖPPEL (43), der die Serum-Natrium-, Kalium- und Kalziumwerte deutscher und türkischer Rinder verglich, fest, daß im Serum deutscher Rinder diese Werte signifikant höher liegen als in dem Serum türkischer Rinder. Wahrscheinlich ist aber dieser signifikante Unterschied nicht allein rassebedingt, sondern auch fütterungs- bzw. ernährungsbedingt.

9. Einfluß der Umwelt

UNSHELM und RAPPEN (93) beobachteten, daß sich die im Versuch stehenden Kühe an den einzelnen Untersuchungstagen unterschiedlich verhielten. Sie führten dies auf ein unterschiedliches Anpassungsvermögen, Wetter und andere exogene Einflüsse zurück.

Bei der Untersuchung, welchen Einfluß die Umwelt- und die ökologischen Bedingungen bei der Anbindehaltung von Färsen im Offenstall auf die Konzentration von Natrium und Kalium haben, konnte PUHAC et al. (61) keinen signifikanten Unterschied zu den Tieren, die in geschlossenen Ställen gehalten wurden, ermitteln.

Der Einfluß der Schlachtung und der Tötung auf die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte im Blut

Wie in der Einleitung schon angeführt, haben einige Untersucher die Natrium-, Kalium-, Kalziumkonzentration und den Gehalt an anorganischem Phosphor im Blut von Schlachttieren, welches sie aus der Schlachtwunde aufgefangen haben, bestimmt. Die so gefundenen Werte haben teilweise auch als "Normalwerte" in der Literatur Eingang gefunden. BENTZ und HANDRIK (8), FREI und EMMERSON (28), KÖPPEL (43) und SCHÜTZ (76); siehe auch Tabelle 1 = Seite 3-10.

So ziehen FREI und EMMERSON eine Verschiebung der Werte durch die Schlachtung nicht in Betracht und schreiben: "Abgesehen von einigen physiologischen Schwankungen im Geschlechtsleben und einigen pathologischen Störungen waren unsere Versuchstiere normal, die Schlachttiere wenigstens soweit, als bei der Schlachtung und der darauffolgenden Fleischschau beobachtet werden konnte. Infolgedessen glauben wir, daß unsere Kalziumwerte der Norm entsprechen."

Gerade wenn man die Kaliumwerte von BENTZ und HANDRIK (8) mit den Werten von anderen Untersuchern vergleicht, stellt man fest, daß sie doch erheblich über den nach Venenpunktion gefundenen "Normalwerten" liegen.

Verschiedene andere Untersucher haben schon die Elektrolytwerte im Venenblut und im Blut aus der Schlachtwunde verglichen. So stellten JÖNSSON und PEHRSON (38) bei ihren Untersuchungen an Rindern fest, daß die Kaliumwerte im Blut aus der Schlachtwunde höher liegen als im Jugularvenenblut. Für Natrium, Kalzium und Phosphor konnten sie solche Unterschiede nicht aufweisen. KMENT (39) hat bei Rindern, die mit dem Bolzenschußapparat betäubt wurden, festgestellt, daß die Kaliumwerte nach der Tötung innerhalb kurzer Zeit ansteigen. NESENI (53) will dagegen bei seinen Untersuchungen an Schlachtrindern bei der gleichen Betäubungsart eine Verminderung sowohl des Kalium- als auch des

Kalziumspiegels im Blut gefunden haben. Bei Schlachtschweinen, die mit dem Bolzenschußapparat betäubt wurden, kommt er zu dem gleichen Ergebnis, während er bei der elektrischen Betäubung der Schweine eine Erhöhung des Kaliumspiegels im Blut feststellte. EISENHARDT (23) beobachtete ebenfalls, daß bei Schweinen der Kaliumgehalt im Schlachtblut höher ist als im Venenblut und daß die höchsten Kaliumwerte am Ende der Ausblutung gefunden werden. KOLB et al. (40) haben die von EISENHARDT (23) gefundenen Ergebnisse bestätigt, wobei sie noch hinzufügten, daß im Schlachtblut auch höhere Natriumwerte zu finden sind als im Venenblut. Diese höhere Natriumkonzentration im Schlachtblut bei Schweinen führen sie auf das Einströmen von Gewebeflüssigkeit in die Blutbahn im Verlaufe der Ausblutung zurück.

Auch KRAFT (44) konnte eine signifikante Erhöhung der Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte im Schlachtblut von Schweinen, das kurz nach der Ausführung des Schlachtstiches gewonnen wurde, gegenüber dem Ohrvenenblut, das kurz vor der Betäubung genommen wurde, aufzeigen.

WALDMANN (96) berichtet über Untersuchungen an Kaninchen, wobei unmittelbar vor und in kurzen Zeitabständen nach der Tötung dieser Tiere Blut auf den Phosphorgehalt untersucht wurde. Dabei konnte gezeigt werden, daß die Phosphorwerte fast vom Moment der Tötung an im schnellen Steigen begriffen sind.

Den Kaliumanstieg im Blut aus der Schlachtwunde führt KMENT (39) auf Sauerstoffmangel, auf eine Ausschüttung von Kalium aus der Muskulatur bei den Erstickungskrämpfen und auf einen vermehrten Kaliumausstrom aus den Erythrocyten, infolge Permeabilitätsänderung der Erythrocytenmembran bedingt durch den Sauerstoffmangel, zurück.

KRAFT (44) stimmt in diesen Punkten mit KMENT (39) nahezu überein, wobei er für die Elektrolytverschiebungen vom Venen- zum Schlachtblut einerseits die Muskelkontraktionen bei der Betäubung und andererseits die

infolge der Entblutung entstehende Hypoxie verantwortlich macht. Auch schließt er eine Mitbeteiligung der Nebenniere (Adrenalinausschüttung) nicht aus. BAETJER (zit. n. FENN 26) hat bei Blutverlusten eine Zunahme des Kaliumgehaltes im Blut festgestellt. Auch er führt diese Kaliumerhöhung im Blut auf eine Asphyxie im Gewebe infolge des Blutverlustes und der damit verbundenen Kaliumfreisetzung aus dem Gewebe zurück. Dieser Meinung ist auch D'SILVA (19). Über einen Kaliumanstieg im Blutserum bei experimenteller Asphyxie berichten auch DENNIS und M. (zit.n. KMENT 39) und CATTEL, MC KEEN und CIVIN (15).

Daß der Sauerstoffmangel bzw. die Erstickung gerade in bezug auf die Kaliumerhöhung im Blut eine wesentliche Rolle spielt, wird auch von BERSIN (9) und KREUZER (45) bestätigt. So weist BERSIN (9) darauf hin, daß das zur Hauptsache intrazellulär lokalisierte Kalium bei jeder Atmungsstörung im Austausch gegen H^+ bzw. Na^+ in die extrazelluläre Flüssigkeit ausströmt. Nach KREUZER (45) führen Hypoxämie und anoxämische Zustände regelmäßig zu einem Kaliumverlust der Muskulatur. Besonders rasch soll ein solcher Kaliumverlust bei plötzlichem Blutentzug erfolgen. RAMEY und GOLDSTEIN (zit.n. BENTLER 7) fanden, daß agonale Muskelaktivität, Gewebsanoxie, Furcht und Schmerz bei Schlachtschweinen eine Adrenalinfreisetzung bewirken.

Auf eine Erhöhung des Kaliumgehaltes im Blut nach Adrenalininjektion weisen D'SILVA (19), LÜHRS (49), RODEK (65) und SCHWARZ (77) hin. So berichtet D'SILVA (20,21), daß es schon eine Minute nach der Adrenalininjektion zu einem starken Anstieg der Kaliumkonzentration im Blut kommt, wobei die Leber der Ursprungsort des Kaliumanstieges sein soll. RODEK weist darauf hin, daß sowohl die Leber, als auch die Muskulatur, nicht nur die Organe mit dem höchsten Kaliumgehalt sind, sondern auch die Organe mit dem schnellsten Kaliumumschlag. Damit kommen beide als

Ursprungsort für den Kaliumanstieg nach Adrenalininjektion in Frage. LÜHRS findet nach Adrenalininjektionen nicht nur einen Kaliumanstieg im Blut, sondern auch eine gleichzeitige Senkung des Kaliumgehaltes der Erythrocyten.

SCHWARZ (77) glaubt aus seinen Untersuchungen den Schluß ziehen zu dürfen, daß das Adrenalin nicht nur unter experimentellen, sondern auch unter physiologischen Bedingungen erheblichen Einfluß auf die Blutkaliumwerte ausübt.

Nach RAMEY und GOLDSTEIN (zit.n. BENTLER 7) und KOLB (41) stehen das Nebennierenrinden-System und das autonome Nervensystem bzw. das Nebennierenmark (KOLB) in enger Wechselbeziehung. Bei einer "Bedrohung" bzw. starker Belastung des Tieres kommt es über sympathische Nervenfasern zu einer Reizung des Nebennierenmarkes und damit zu einer vermehrten Ausschüttung von Katecholaminen (Noradrenalin, Adrenalin) (KOLB 41).

C. Eigene Untersuchungen

1. Tiermaterial

Bei insgesamt 102 Rindern wurde der Gehalt an Natrium, Kalium und anorganischem Phosphor im Blutplasma bestimmt. Dabei handelte es sich um 11 männliche und 91 weibliche Tiere im Alter von acht Monaten bis zu 10 Jahren, von denen 39 Rotbunte, 55 Schwarzbunte, 3 Fleckvieh- und 5 Rotviehtiere waren.

Der Kalziumgehalt des Blutplasmas wurde bei 98 Rindern bestimmt, wobei es sich um 11 männliche und 88 weibliche Tiere handelte. Davon waren hier 39 Rotbunte, 54 Schwarzbunte, 3 Fleckvieh- und 3 Rotviehtiere.

Die Schlachttier- und Fleischbeschau, sowie die durchgeführte klinische Untersuchung ergaben keinen besonderen Befund. Bei der Entnahme der Blutproben waren die Tiere nüchtern, aber nicht ausgeruht (Nebeneinanderstellen fremder Tiere auf engem Raum, dadurch bedingte Rankämpfe).

2. Methodik

Die Blutproben wurden auf dem Schlachthof Gießen genommen. Die Untersuchungen begannen am 8.7.1970 und endeten am 6.10.1970.

Alle Blutproben wurden zwischen 7 und 12 Uhr genommen. Die zum Auffangen des Blutes bestimmten Röhrchen waren mit Ammoniumheparinat beschickt, um die Blutgerinnung zu verhindern.

Die Blutgewinnung erfolgte dabei nach folgendem Plan:

- | | |
|-------------------------|--|
| Jugularvenenblut | : entnommen nach Stauung der Vena jugularis durch Venenpunktion, ungefähr eine Stunde vor der Schlachtung |
| 1. Schlachtblutfraktion | : aufgefangen unmittelbar nach Ausführung des Schlachtstiches aus der Schlachtwunde, nach vorangegangener Betäubung mit einem Bolzenschußapparat |
| 2. Schlachtblutfraktion | : nach der geschätzten halben Entblutungszeit aus der Schlachtwunde aufgefangen |

3. Schlachtblutfraktion : am Ende der Entblutungszeit (die letzten Tropfen) aus der Schlachtwunde aufgefangen

Bei dem aus der Schlachtwunde aufgefangenen Blut handelt es sich um arteriovenöses Mischblut.

Die so gewonnenen Blutproben wurden unmittelbar in das klinische Labor gefahren und hier bei 3000 Umdrehungen 20 Minuten lang zentrifugiert. Daraufhin wurde das Plasma sofort abpipetiert.

Die Bestimmung von Natrium, Kalium, Kalzium und anorganischem Phosphor erfolgte dann im Zentrallabor der chirurgischen Universitätsklinik Gießen mit Hilfe eines Autoanalysers der Firma Technicon.

Die Analyse von Natrium, Kalium, Kalzium und anorganischem Phosphor wurde folgendermaßen durchgeführt:

a. Allgemeine Angaben zur Einstellung des Autoanalysers

Bevor mit der Bestimmung der Elektrolyte im Autoanalyser begonnen wurde, wurde zuerst die Basislinie im Schreiber eingestellt. Dies geschah ohne Probe nur mit Wasser und entspricht der Konzentration null. Gemessen wurde dann gegen bekannte Lösungen (Standardlösungen). Da jeder Schreiberausschlag ein Maß für die Konzentration darstellt, war es wichtig festzustellen, ob während der Analyse der Proben die Basislinie driftet, das heißt, ob sich die Basislinie verlagert. Dieses Driften überprüfte man mit Hilfe von Standardlösungen, wobei nach jeder neunten Probe (Plasma) Standardlösungen zur Kontrolle gemessen wurden. Zeigte der Schreiber eine Änderung der Standardkonzentration, so entsprach dies einer Basisliniendrift, die dann korrigiert werden musste.

Nach jeder 40. Probe wurden jeweils 8 Standards, die den ganzen Konzentrationsbereich der jeweiligen Probe

umfassen, gemessen und nach jeder 9. Probe lief ein gleichbleibender Standard mit.

b. Die Bestimmung von Natrium und Kalium

Die Analyse von Natrium und Kalium erfolgte flammenphotometrisch und zwar simultan im Zwei-Kanal-System, das heißt, Natrium und Kalium wurden nebeneinander und aus der gleichen Probe bestimmt.

Die Proben und die Standardlösungen wurden unverdünnt in die Probenbecher gegeben. Dann arbeitete der Autoanalyser nach folgendem Schema:

Eine Kanüle zum Probennehmen taucht in den Probenbecher ein. Dabei wird 0,32 ml/Min. Probe (Plasma) angesaugt und in der Proportionierungspumpe mit einer mit Luft segmentierten Lithiumnitratlösung verdünnt, vermischt und gelangt anschließend in den Dialysator. Das Lithiumnitrat dient dazu, die Messung gegen Störeinflüsse zu stabilisieren, man spricht deshalb auch von einem internen Standard. Parallel zu diesem Probe-Lithiumnitrat-Strom läuft ein mit Luft segmentierter Wasserstrom in dem unteren Teil des Dialysators. Im Dialysator werden alle hochmolekularen Stoffe entfernt. Der größte Teil des Lithiums, Natriums und Kaliums diffundieren durch die Dialysiermembran in den unteren luftsegmentierten Wasserstrom; dieser wird nach Entlüftung dem Flammenphotometer (Firma Technicon) zugeführt. In einer Propangas-Sauerstoffflamme wird die zu untersuchende Flüssigkeit eingespritzt. Dabei werden Natrium, Kalium und Lithium zur Emission ihrer charakteristischen Spektrallinien bzw. Banden angeregt. Die sich noch überlagernden Spektrallinien, werden durch drei im Flammenphotometer eingebaute Filter selektiert. Das selektierte Emissionslicht fällt auf Photozellen, wo die auftreffende Lichtenergie in elektrischen Strom umgewandelt und verstärkt wird. Im Schreiber wird dann das Ergebnis

als Kurve aufgezeichnet. Dabei steht die Stromstärke in Beziehung zur Höhe der Kurven. Das Verhältnis der Natrium- und Kalium- zur Lithiumemission wird registriert.

c. Die Bestimmung des Kalziums

Die Bestimmung des Kalziums im Autoanalyser erfolgte fluorimetrisch nach HILL (92). Die Methode beruht auf der Entstehung eines fluoreszierenden Kalzium-Kalzein-Komplexes.

Nach den schon bei der Natrium und Kalium-Bestimmung beschriebenen Vorbereitungen, arbeitete der Autoanalyser nach folgendem Schema:

Die Probennehmerkanüle saugt 0,16 ml/Min. Probe (Plasma) an. Die Probe wird mit 10,17 ml/Min. 0,9 % iger Kochsalzlösung verdünnt, mit Luft segmentiert und in einer Glasspirale (Mischer 1) gemischt. Daraufhin wird dieser Mischung 2,5 ml/Min. Kalzein zugeführt und nochmals in zwei Glasspiralen (Mischer 2) gemischt. Diese Lösung gelangt nun zum Fluorometer, wird entlüftet und fließt nun in die Glasküvette. Hier wird die Lösung mit Licht von einer Wellenlänge von 405 nm (erstes Filter) aktiviert, dann wird die auftretende Fluoreszenz durch ein zweites Filter bei 485 nm gemessen und im Schreiber als Kurve aufgezeichnet.

d. Die Bestimmung des anorganischen Phosphors

Die Methode zur Bestimmung des anorganischen Phosphors nach FISKE und SUBBAROW (97) wurde für den autoanalytischen Gebrauch modifiziert (RICHTERICH 64). Diese Methode arbeitet nach folgendem Prinzip: der anorganische Phosphor wird mit Molybdänsäure in einen Phosphor-Molybdänsäure-Komplex überführt und dann durch Zusatz von 1-, 2-, 4-Aminonaphthol-Sulfonsäure zu Molybdän reduziert. Die Intensität der Blaufärbung ist dem Phosphorgehalt direkt proportional. Die Blaufärbung wird photometrisch gemessen.

Der Autoanalyser arbeitete nach folgendem Schema:
Die Probennehmerkanüle entnimmt 0,42 ml/Min. unverdünntes Plasma. Dieses gelangt zur Proportionierungspumpe, wird hier mit 0,9 % iger Kochsalzlösung verdünnt und durch Luft segmentiert. Parallel zu diesem Lösungsstrom läuft die 1,2,4, Aminonaphtol-Sulfonsäure-Lösung, die ebenfalls durch Luft segmentiert wird. Beide Ströme werden dem Dialysator zugeleitet. Hier werden Eiweiße und andere hochmolekulare Substanzen aus dem Lösungsstrom entfernt, und das anorganische Phosphor diffundiert durch die Dialysiermembran in die Aminonaphtol-Sulfonsäure-Lösung. Dieser Lösung wird Molybdänsäure zugeführt und der entstehende Phosphor-Molybdänsäure-Komplex wird sofort zu Molybdänblau reduziert. Zur besseren Ausbildung der blauen Farbe wird die Lösung in einem Heizbad (Ölheizbad) bei 95 Grad Celsius erhitzt. Sie wird vor dem Einströmen in das Kolorimeter entlüftet und dann bei 660 nm gemessen und die Ergebnisse im Schreiber aufgezeichnet.

Alle im Schreiber aufgezeichneten Kurven werden mit Hilfe von Schablonen an Hand der bekannten Standards ausgewertet.

3. Untersuchungsergebnisse

Die folgenden Abbildungen sollen die Verteilung der Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte im Blutplasma bei Schlachtrindern zeigen.

Die Bezeichnungen bedeuten:

- 0 - Werte = Jugularvenenblut
- 1 - Werte = 1. Schlachtblutfraktion
- 2 - Werte = 2. Schlachtblutfraktion
- 3 - Werte = 3. Schlachtblutfraktion

a. Natriumwerte

Aus den Abbildungen 1, 2, 3, 4 und 5 wird die Verteilung der Natriumwerte im Jugularvenenblut und in den drei Schlachtblutfractionen ersichtlich.

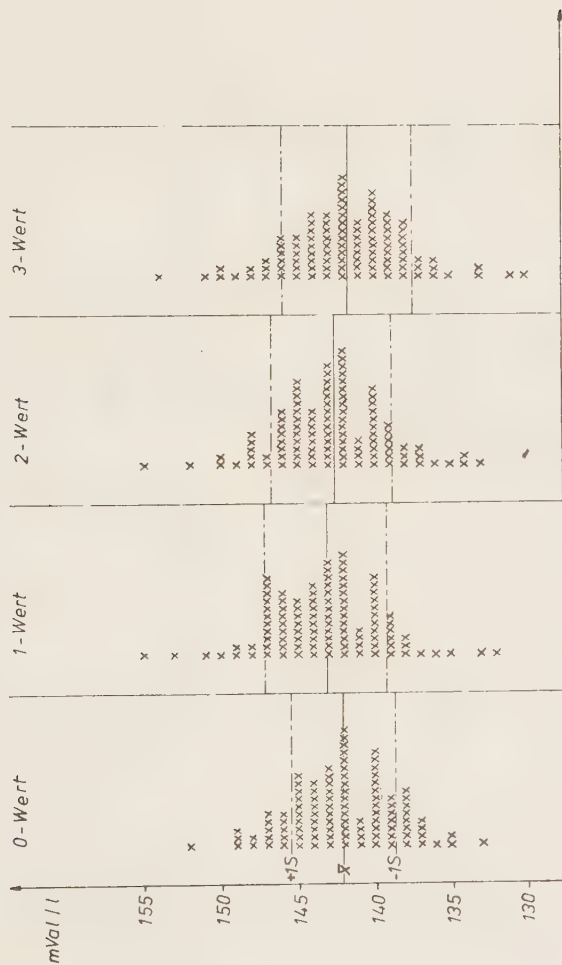
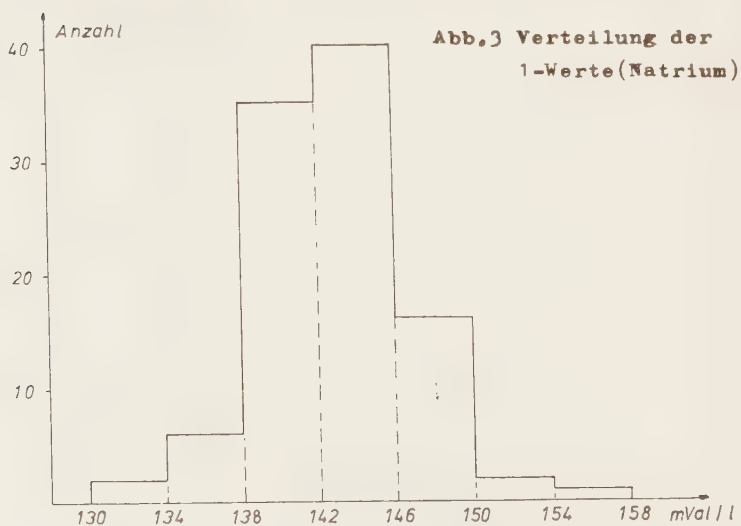
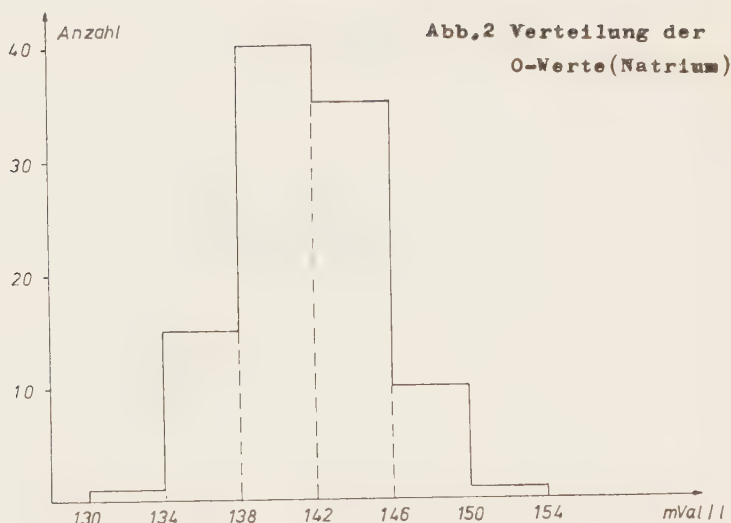
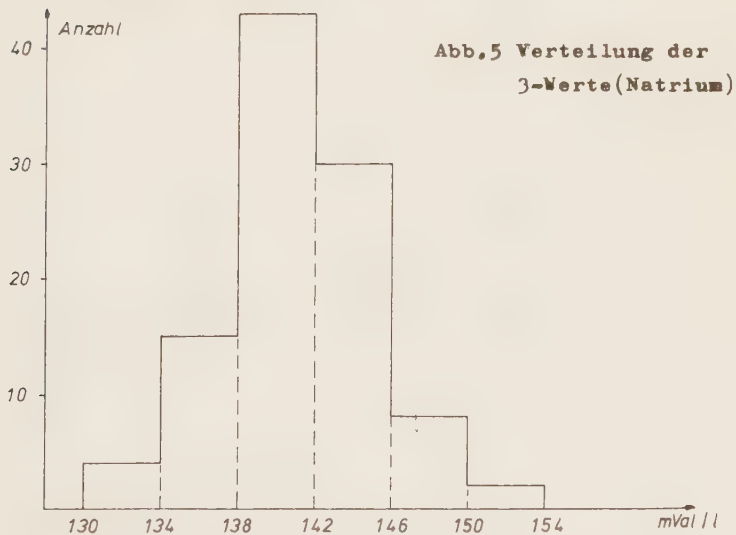
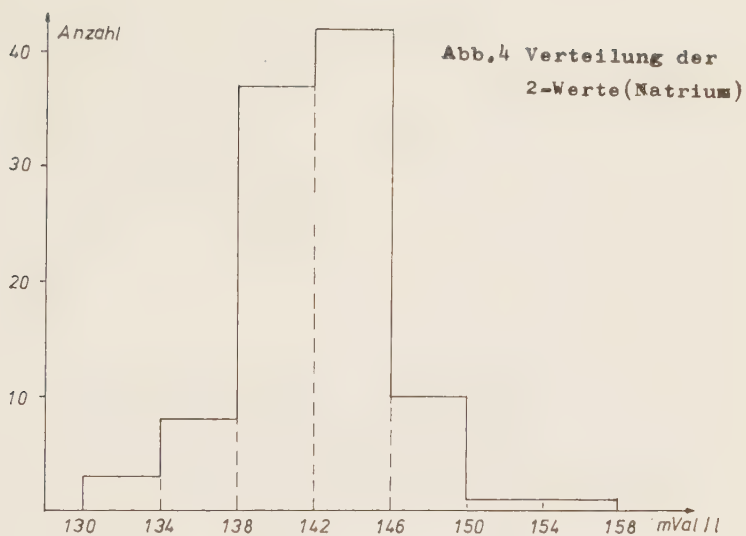


Abb. 1 Verteilung der Natriumwerte im Jugularvenenblut und in den drei Schlachtblutfraktionen





b. Kaliumwerte

Aus den Abbildungen 6,7,8,9 und 10 wird die Verteilung der Kaliumwerte im Jugularvenenblut und in den drei Schlachtblutfractionen ersichtlich.

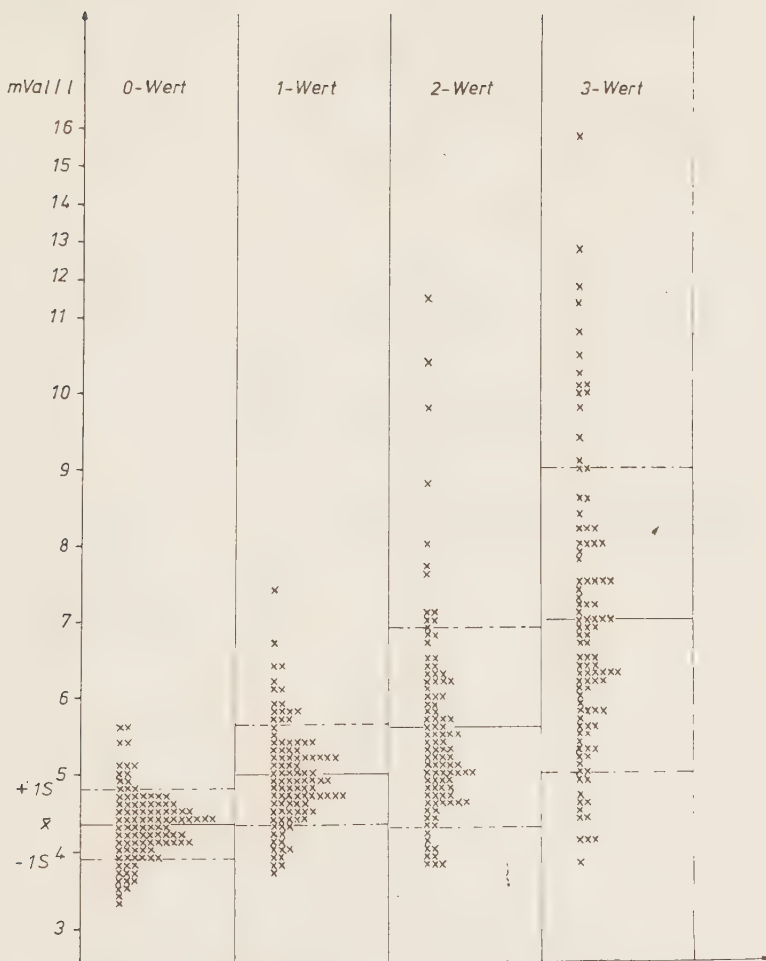
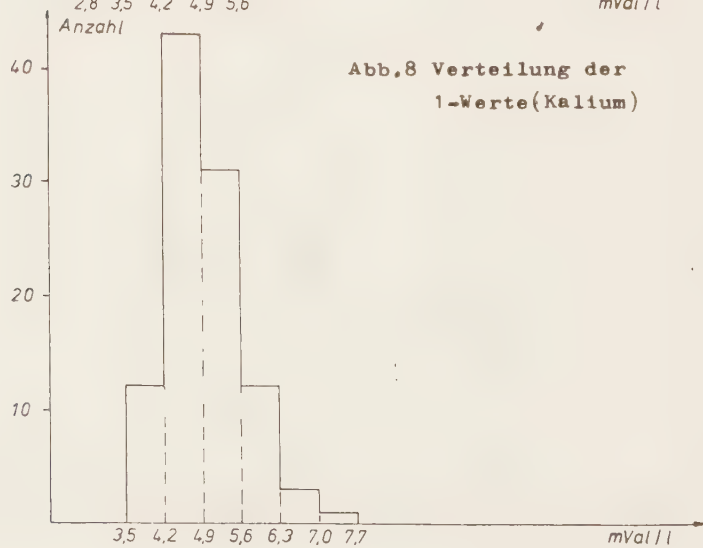
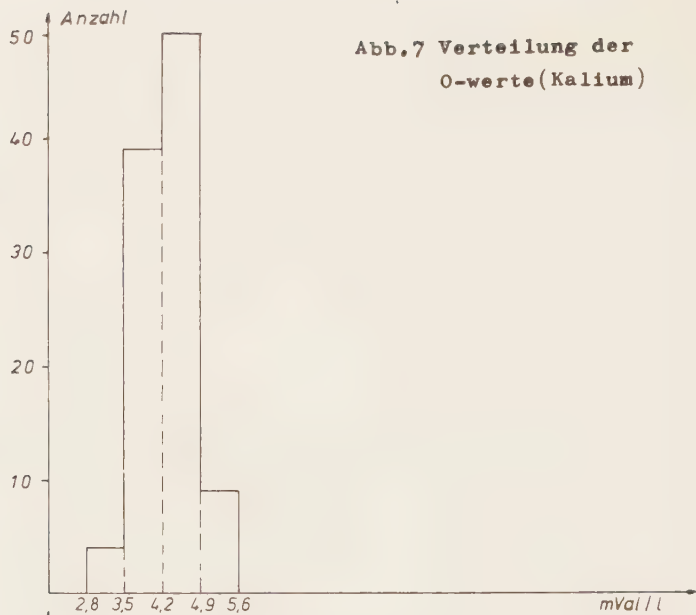
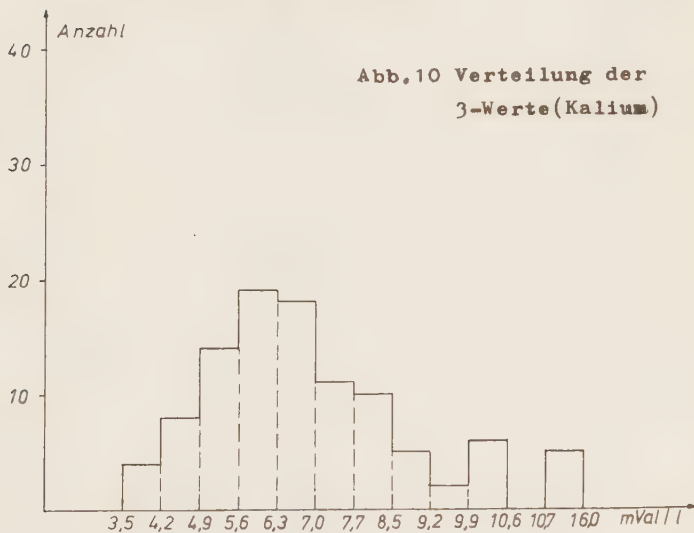
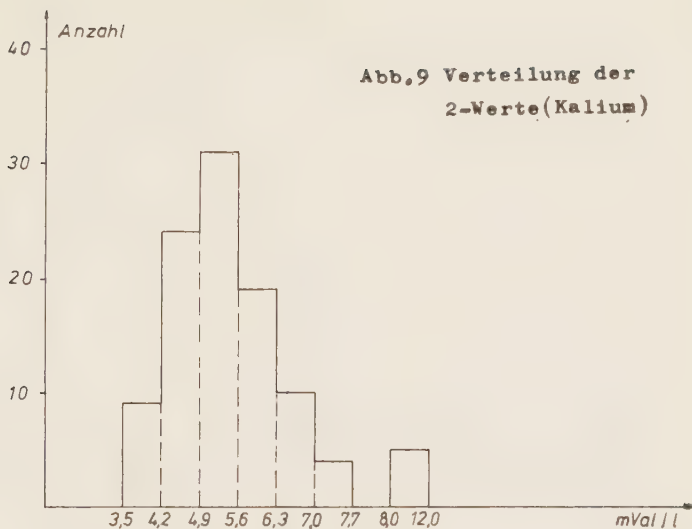


Abb.6 Verteilung der Kaliumwerte im Jugularvenenblut und in den drei Schlachtblutfractionen





c. Kalziumwerte

Aus den Abbildungen 11,12,13,14 und 15 wird die Verteilung der Kalziumwerte im Jugularvenenblut und in den drei Schlachtblutfraktionen ersichtlich.

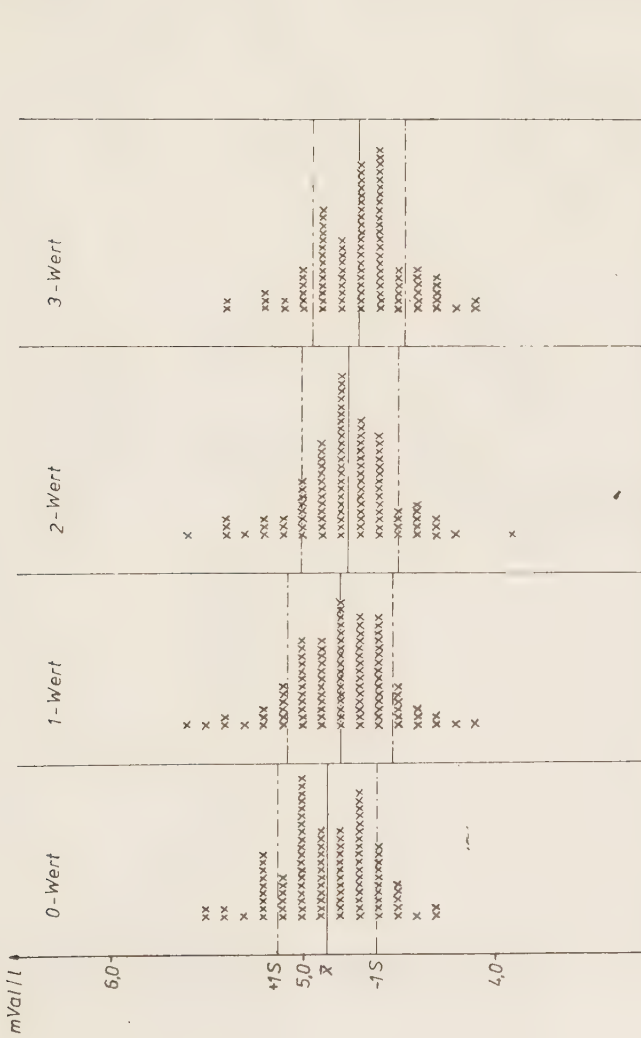
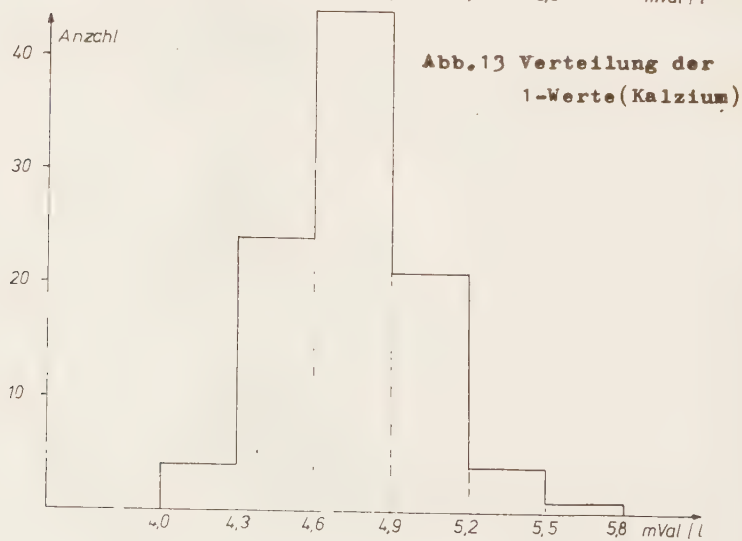
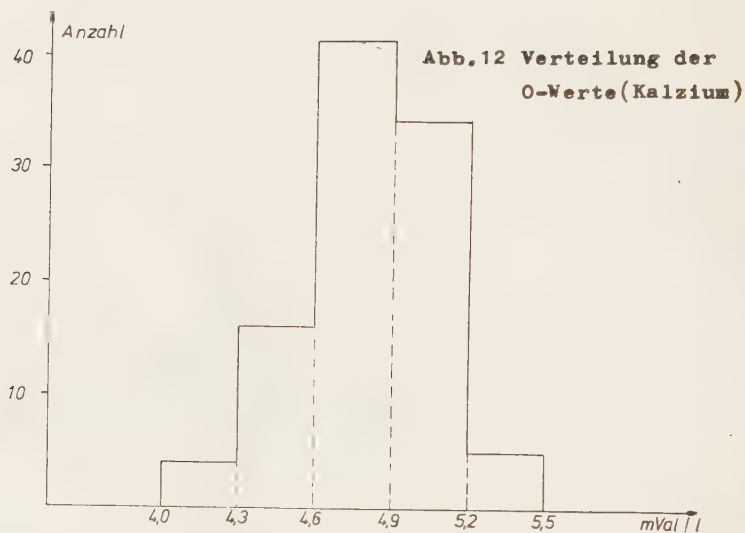
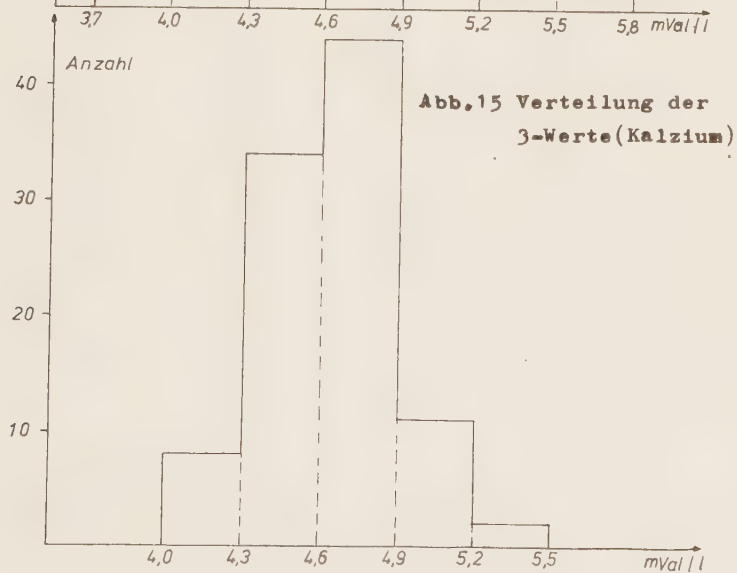
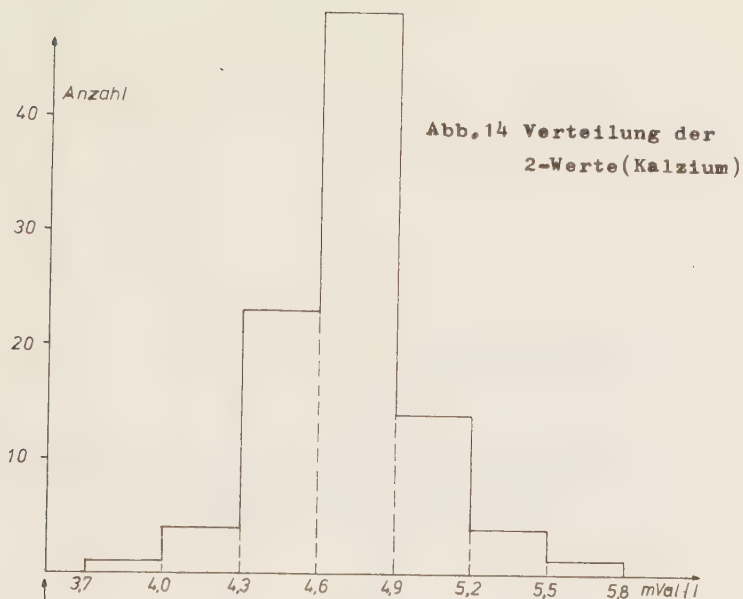


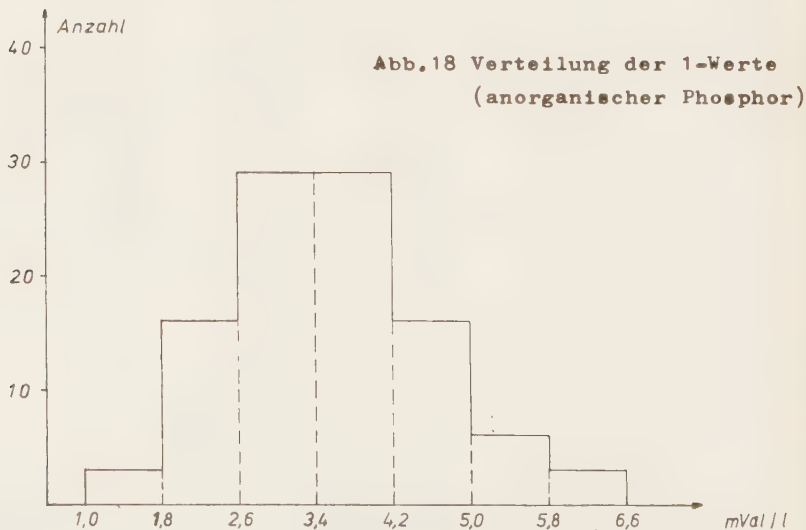
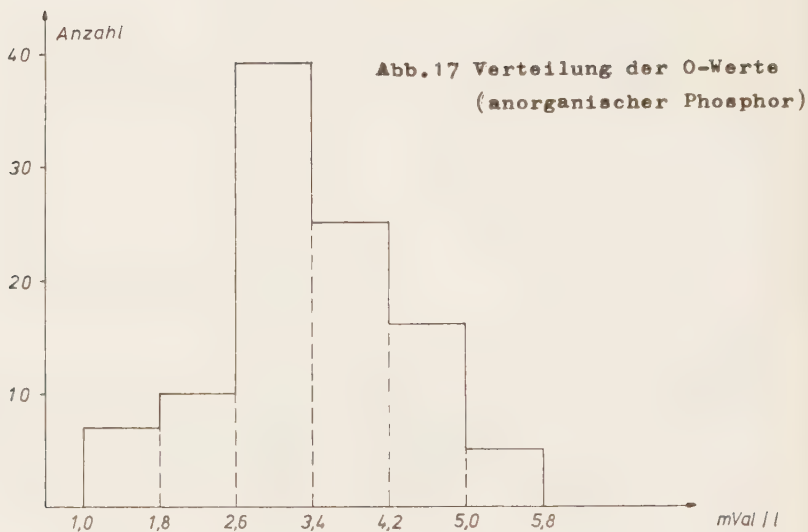
Abb. 11 Verteilung der Kalziumwerte im Jugularvenenblut und in den drei Schichtblutfractionen

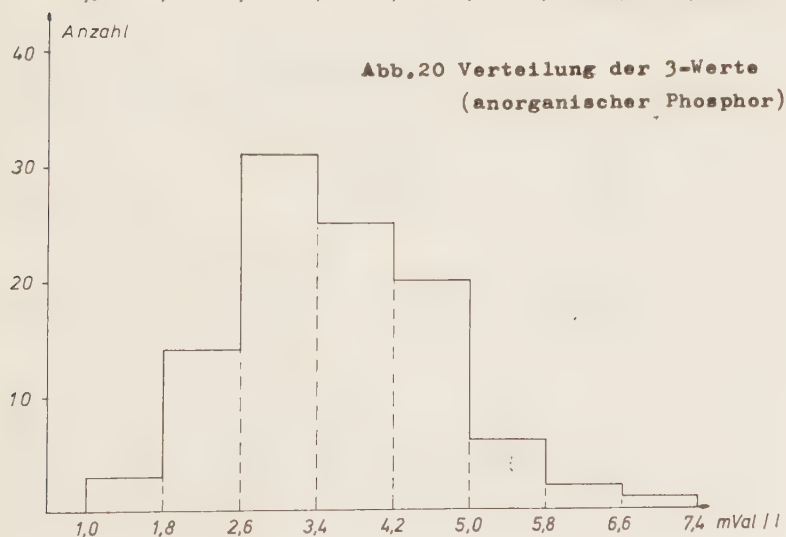
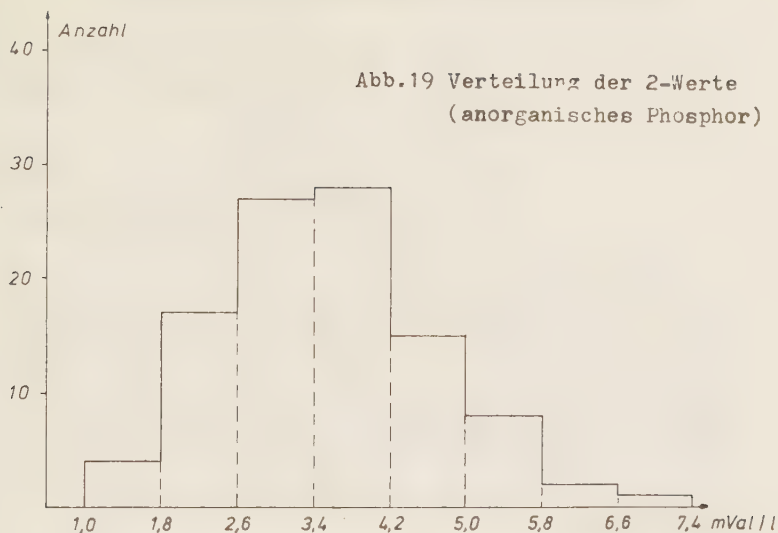




d. Anorganische Phosphorwerte

Aus den Abbildungen 16,17,18,19 und 20 wird die Verteilung der anorganischen Phosphorwerte im Jugularvenenblut und in den drei Schlachtblutfractionen deutlich.





4. Durchführung der statistischen Auswertung

Um an Hand der gefundenen Meßergebnisse feststellen zu können, ob a. zwischen dem Jugularvenenblut und der 1. Schlachtblutfraktion

b. zwischen der 1. Schlachtblutfraktion und der 2. Schlachtblutfraktion

c. zwischen der 2. Schlachtblut- und der 3. Schlachtblutfraktion

ein signifikanter Unterschied besteht, wurde der t-Test nach Student durchgeführt (RICHTERICH 64 und SACHS 68). Von einem signifikanten Unterschied sprechen wir dann, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 2 % bzw. $p < 0,02$ ist. Hochsignifikant ist der Unterschied wenn $p < 0,0001$ ist. Es wurden die Mittelwerte ($\bar{x}$), Streuungen (s), Variationskoeffizienten (VK) und t nach folgenden Formeln berechnet:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad ; \quad s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n - 1}} \quad ; \quad VK = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n - 1} - \frac{(\sum D)^2}{n(n-1)}} \quad ; \quad s_{\bar{x}_D} = \frac{s_D}{\sqrt{n}}$$

$$t = \frac{\bar{x}_D}{s_{\bar{x}_D}}$$

Aus der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse ersichtlich:

TABELLE 2

	Na mVal/l	K mVal/l	Ca mVal/l	anorg. P mVal/l
n	102	102	98	102
0-Werte $\pm$ S	142,2 $\pm$ 3,35	4,34 $\pm$ 0,45	4,87 $\pm$ 0,25	3,43 $\pm$ 0,95
1-Werte $\pm$ S	143,2 $\pm$ 3,98	4,97 $\pm$ 0,66	4,80 $\pm$ 0,27	3,56 $\pm$ 1,02
2-Werte $\pm$ S	142,7 $\pm$ 3,97	5,58 $\pm$ 1,31	4,77 $\pm$ 0,27	3,62 $\pm$ 1,08
3-Werte $\pm$ S	141,7 $\pm$ 4,27	6,97 $\pm$ 2,02	4,71 $\pm$ 0,24	3,68 $\pm$ 1,04
0-Werte	2,35	10,44	5,13	27,65
1-Werte	2,77	13,36	5,63	28,61
2-Werte	2,78	23,48	5,66	29,91
3-Werte	3,01	28,87	5,29	28,21
0-Werte/1-Werte	t= 4,77 p< 0,0001	9,12 0,0001	4,07 0,001	2,15 0,02
1-Werte/2-Werte	t= 2,00 p< 0,05	5,27 0,0001	1,77 0,1	2,47 0,02
2-Werte/3-Werte	t= 5,36 p< 0,0001	9,32 0,0001	4,20 0,0001	1,35 0,1

Beziehung zwischen dem Alter der Rinder und den
Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerten

In den Abbildungen 21, 22, 23 und 24 wird die Beziehung zwischen dem Alter der Tiere und der Höhe der Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorkonzentration veranschaulicht.

Zur Berechnung der Korrelation (Beziehung zwischen dem Alter und den Plasmawerten) wurden nur die Werte, die im Jugularvenenblut gemessen wurden, herangezogen.

Auf der Abszisse ist das Alter der Tiere in Jahren und auf der Ordinate sind die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Phosphorwerte in mVal/l aufgetragen.

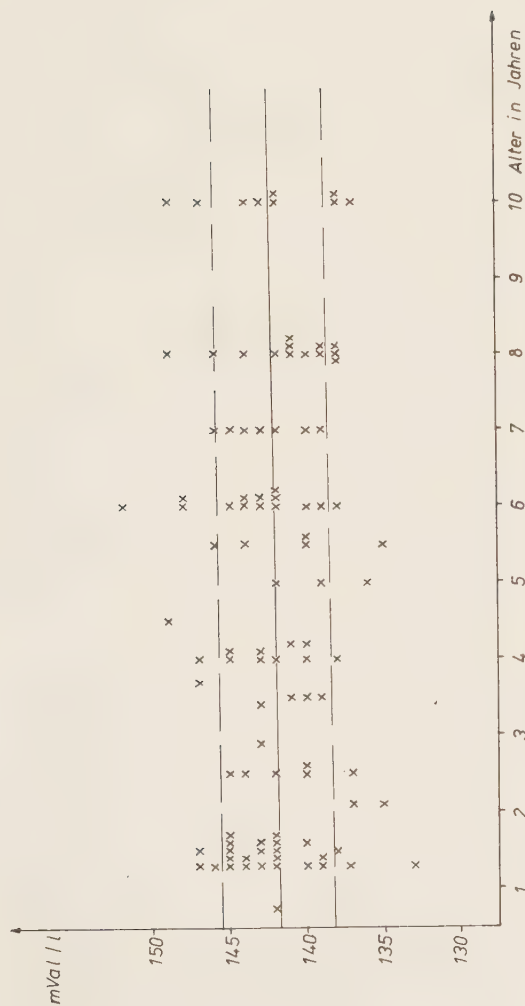


Abb. 21 Beziehung zwischen der Natriumkonzentration im Blutplasma und dem Alter der Tiere

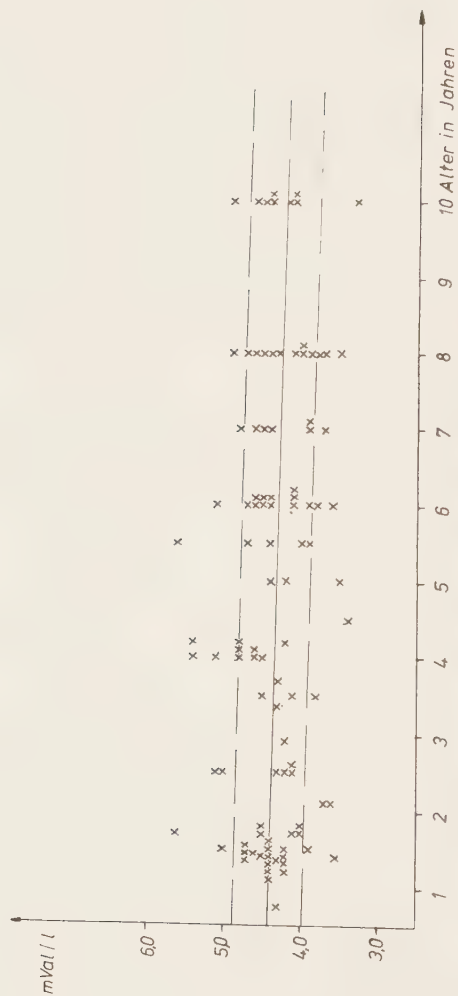
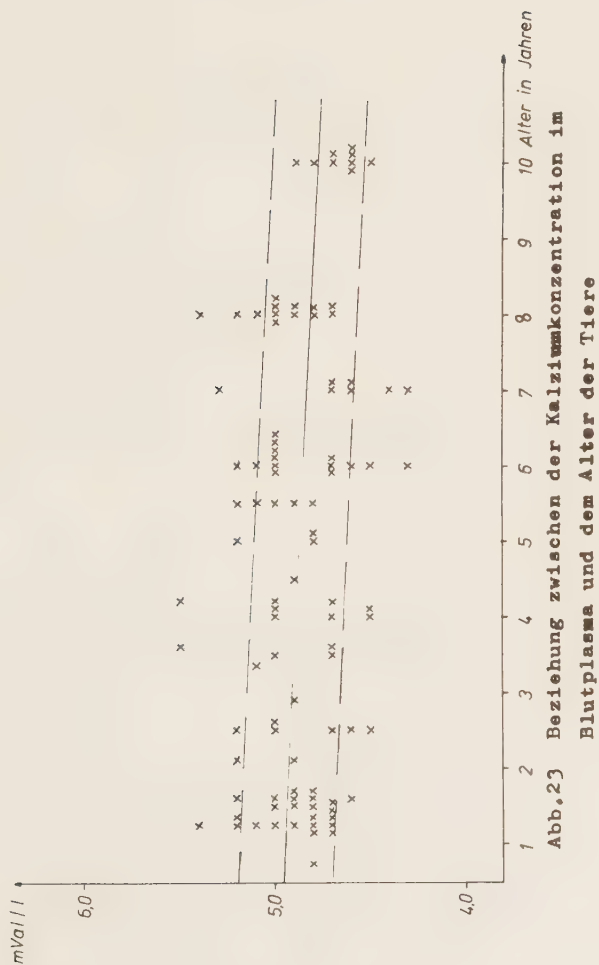


Abb.22 Beziehung zwischen der Kaliumkonzentration im Blutplasma und dem Alter der Tiere



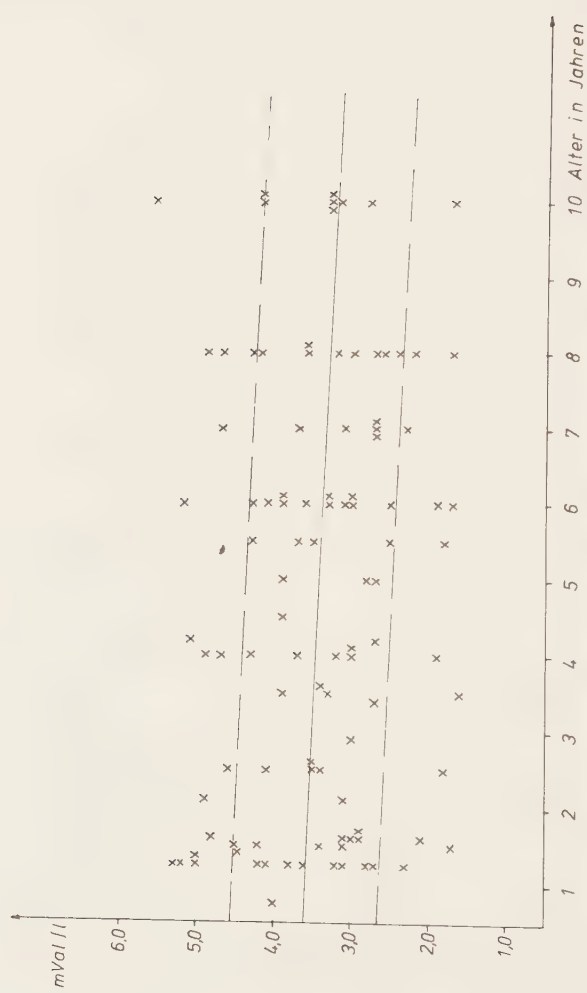


Abb. 24 Beziehung zwischen der anorganischen Phosphorkonzentration im Blutplasma und dem Alter der Tiere

Zur Berechnung der Korrelation zwischen dem Alter und den Plasmawerten kamen folgende Formeln zur Anwendung:

$$b = \frac{\sum (x \cdot y) - \bar{x} \sum (y)}{\sum (x^2) - \bar{x} \sum (x)} \quad ; \quad a = \bar{y} - b\bar{x} \quad ; \quad y = a + bx$$

$$s_{y \ x} = \sqrt{\frac{\sum (y^2) - \frac{[\sum (y)]^2}{N} + b \sum (xy)}{N}}$$

$$r = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Die oben vorliegenden Symbole bedeuten folgendes:

b = Steigung der Regressionsgeraden

a = Schnittpunkt der Regressionsgeraden

$s_{y \ x}$ = Streuung um die Gerade

r = Korrelationskoeffizient

In der folgenden Tabelle sind die errechneten Werte zusammengefaßt:

TABELLE 3

	Richtung der Korrelation	Regressionsgerade(y)	Streuung ($s_{y \cdot x}$)	Korrelationskoeffizient(r)
Na mVal/l	positiv	$y = 141,9 + 0,0039 \cdot x$	$\pm 3,70$	0,033
K mVal/l	negativ	$y = 4,43 - 0,00157 \cdot x$	$\pm 0,45$	-0,11
Ca mVal/l	negativ	$y = 4,95 - 0,00137 \cdot x$	$\pm 0,25$	-0,19
anorg. P mVal/l	negativ	$y = 3,60 - 0,003 \cdot x$	$\pm 0,95$	-0,11

D. Besprechung der Ergebnisse

Wie aus den Abbildungen 1,2,3,4,5 und der Tabelle 2 hervorgeht, erhöht sich der Natriumgehalt im Blutplasma bei Schlachtrindern vom Jugularvenenblut zur 1. Schlachtblutfraktion hochsignifikant ($p < 0,0001$), bleibt dann zwischen der 1. und 2. Schlachtblutfraktion auf einer Höhe und fällt von der 2. zur 3. Schlachtblutfraktion signifikant ($p < 0,0001$) ab.

Die Kaliumwerte steigen vom Jugularvenenblut bis zur 3. Schlachtblutfraktion hochsignifikant ($p < 0,0001$) an. (siehe Abbildungen 6,7,8,9,10 und Tabelle 2)

Die Kalziumwerte (siehe Abbildungen 11,12,13,14,15 und Tabelle 2) verhalten sich zu den Kaliumwerten fast entgegengesetzt, sie fallen vom Jugularvenenblut zur 1. Schlachtblutfraktion und von der 2. zur 3. Schlachtblutfraktion signifikant, dagegen besteht zwischen der 1. und 2. Schlachtblutfraktion kein statistisch gesicherter Unterschied.

Der anorganische Phosphorgehalt im Blutplasma erhöht sich (siehe Abbildungen 16,17,18,19,20 und Tabelle 2) vom Jugularvenenblut zur 1. sowie von der 1. zur 2. Schlachtblutfraktion signifikant und zeigt dann keine Veränderung mehr.

E. Diskussion

Wie aus der Abbildung 6 zu ersehen ist, streuen die Kaliumwerte in der 2. und 3. Schlachtblutfraktion außerordentlich stark um den Mittelwert, wobei in der 3. Schlachtblutfraktion der kleinste Wert 3,8 mVal/l und der größte 15,8 mVal/l Kalium beträgt. Man kann

vermuten, daß diese erheblichen Schwankungen wahrscheinlich im wesentlichen auf folgende Faktoren zurückzuführen sind:

- a) die Entblutungszeit war bei den einzelnen Tieren verschieden
- b) bei den einzelnen Tieren dürften die unterschiedlich starken und verschieden lang anhaltenden Muskelkontraktionen bei der Betäubung und beim Entbluten eine wesentliche Rolle spielen

So stellte MC LOUGHLIN (zit.n. BENTLER 7) nach der Betäubung mit dem Bolzenschußapparat sehr heftige Bewegungen der Tiere fest, und da nach FENN (26) jede Muskelaktivität zu einer Kaliumverarmung führt, kommt es wahrscheinlich zu einer Kaliumanreicherung im Blutplasma. Diese Ansicht teilen auch KMENT (39) und KRAFT (44) auf Grund ihrer Untersuchungen.

Wie aus der Abbildung 16 deutlich wird, unterliegen auch die einzelnen Phosphorwerte sowohl im Jugularvenenblut als auch in den drei Schlachtblutfractionen erheblichen Schwankungen um den Mittelwert. BECKER (6), der diesen Befund bei seinen Untersuchungen auch wahrnahm, führt dies darauf zurück, daß die Phosphorwerte großen physiologischen Schwankungen unterliegen, was im vorliegenden Schrifttum bestätigt wird. DIENEMANN (zit.n. LOCHNER 48) versucht die starken Schwankungen der Phosphorwerte so zu erklären, daß dem Blutphosphorspiegel gegenüber dem Kalziumspiegel eine zentrale endokrine Steuerung fehlt, weshalb sich die Phosphorwerte labiler verhalten sollen. Ob die im Jugularvenenblut bestimmten Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte wirklich "Normalwerte" darstellen bzw. der Norm entsprechen muß bezweifelt werden. Man ist wahrscheinlich berechtigt zu sagen, daß diese Werte für Schlachtrinder

auf dem Schlachthof eine Norm darstellen. Denn wie aus dem Schrifttum ersichtlich ist, unterliegen die Elektrolytwerte den verschiedensten endogenen und exogenen Einflüssen. Diese erheblichen Unterschiede in bezug auf die Höhe der Werte bei den einzelnen Untersuchern sind wohl teilweise auf die verschiedenen physiologischen Einflüsse zurückzuführen, wie zum Beispiel Trächtigkeit, Laktation, Zyklus, Tageszeit, Jahreszeit, Fütterung, Alter, Geschlecht, Rasse und Muskelarbeit. Andererseits beruhen die verschiedenen Angaben wohl auch auf pathologischen Zuständen oder aber sind bedingt, einerseits durch die Verwendung von Schlachtblut, andererseits durch die Anwendung verschiedener Analysemethoden und das Vorliegen andersartiger Versuchsbedingungen. Die Schlachtrinder sind den verschiedenen Streßsituationen, wie Transport, veränderte Fütterungszeiten, Stallwechsel und Vermarktung unterworfen. Ebenso darf nicht vergessen werden, daß die Rinder kurz vor der Schlachtung in einer vor dem Betäubungsraum liegenden Halle dicht gedrängt stehen, wobei es hier immer wieder zu Rankämpfen kommt. KRAFT (44) stellte bei seinen Untersuchungen an Schlachtschweinen (siehe auch Einleitung Seite 1) einen hochsignifikanten Anstieg der Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte vom Ohrvenenblut zur 1. Schlachtblutfraktion fest. Bei einem Vergleich dieser Ergebnisse mit denen des Rindes findet man in bezug auf die Natrium- und Kaliumwerte eine gute Übereinstimmung. Ähnlich gestalten sich die Befunde beim anorganischen Phosphor, während sich die Kalziumwerte beim Rind gegensätzlich zu denen des Schweines verhalten. Für dieses andersartige Verhalten, insbesondere der Kalziumwerte, ist möglicherweise einerseits die Betäubung (beim Schwein elektrische Betäubung, beim Rind Betäubung durch Bolzenschußapparat) und andererseits die höhere Empfindlichkeit der Schweine gegenüber Streßsituationen verantwortlich zu machen, während junge Ochsen und wahrscheinlich auch andere Rinder auf Streßeinflüsse wesentlich unempfindlicher reagieren, wie HOWARD und LAWRIE (zit. n. KREUZER 45) bei ihren Untersuchungen feststellen konnten.

Eine mögliche Beeinflussung der Elektrolytwerte durch die Funktion der Vena jugularis zur Blut-

entnahme kann wahrscheinlich ausgeschlossen werden. Denn SPRENGER (88) fand gleiche Ergebnisse, ob er nun die Vene punktierte oder ob er einen Katheter zur Blutentnahme angelegt hatte. Auch andere Untersucher teilen diese Ansicht.

Vergleicht man die im Jugularvenenblut gefundenen Werte mit den "Normalwerten" im Jugularvenenblut, die im Schrifttum nachzulesen sind, so findet man eine gute Übereinstimmung.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß sich die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte im Blut von lebenden Rindern (Jugularvenenblut) von den Werten gemessen im Schlachtblut erheblich unterscheiden.

Auch JÖNSSON und PEHRSON (38) konnten schon diese erheblichen Unterschiede zwischen Venenblut und Schlachtblut insbesondere in bezug auf die Kaliumkonzentration bei Rindern nachweisen, ebenso wie KRAFT (44) diese Differenzen nach Untersuchungen an Schlachtschweinen beschrieben hat.

Auf Grund der eigenen Untersuchungen und an Hand der Untersuchungen, die von JÖNSSON und PEHRSON (38) und KRAFT (44) durchgeführt wurden, kann man folgern, daß die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte, die im Schlachtblut bestimmt werden, mit den Werten, die im Blut lebender Tiere zu finden sind, nicht übereinstimmen.

Wie kommen nun diese Veränderungen möglicherweise zustande?

Durch die Betäubung und anschließende Entblutung der Tiere kommt es zu unterschiedlich starken Muskel-

spasmen und zur Hypoxie in den Geweben. Dies hat wenigstens zum Teil eine Verschiebung der Elektrolytkonzentrationen im Blut zur Folge.

Weiterhin durchlaufen die Tiere unter derartigen Bedingungen (Betäubung und anschließende Entblutung) wahrscheinlich eine Schockphase. Diese Schockphase liegt nach SELYE (81,82) und BENTLER (7) zu Beginn des "Allgemeinen - Anpassungssyndroms" und hier wieder zu Anfang der Alarmreaktion. In dieser Phase kommt es unter anderem zu einer vermehrten Ausschüttung von Katecholaminen (SELYE 81,82 und BENTLER 7) und damit zu einer vermehrten Diffusion von Kalium aus der Muskelzelle in das Blut, um dem Körper ein Höchstmaß an Aktivität zu verleihen (BENTLER 7). Auch SELYE (81) stellte nach Adrenalinausschüttung einen Kaliumanstieg im Blut fest, der durch das Ausströmen von Kalium aus dem Gewebe in das Blut bewirkt werden soll.

Auch der Kalziumabfall und der Phosphoranstieg, wie in der vorliegenden Untersuchung aufgezeigt, sind wahrscheinlich auf eine vermehrte Adrenalin-ausschüttung zurückzuführen.

So betrachtet BILLIGHEIMER (10) eine Senkung des Serumkalziumspiegels nach Adrenalin als gesicherte Tatsache. Dazu schreibt er folgendes: "Durch den Sympathikusreiz werden die Kalzium-Ionen nach den Orten der Erregungsvorgänge im Nerven geleitet und damit dem Blut entzogen." GLASNER (30), der den Befund von BILLIGHEIMER nachprüfte, kam bei seinen Untersuchungen zu dem gleichen Ergebnis.

Auch FREI und EMMERSON (28) berichten, daß es durch Adrenalin zu einer Senkung des Kalziumspiegels im Blut kommt, wahrscheinlich bedingt durch die Anreicherung des Kalziums in den Geweben (FREI und EMMERSON 28) bzw. durch eine Abwanderung des

Kalziums aus dem Blut zum Ort der Erregungsvorgänge.

HOLMQUIST (zit.n. LAUNER 47) konnte sogar nachweisen, daß ein Maximum der Kalziumkonzentration mit einem Minimum des Adrenalingehaltes des Blutes zusammenfällt.

D'SILVA (20) fand nach Adrenalininjektionen keine Veränderung des Kalziumspiegels.

Einen Phosphoranstieg wie in der vorliegenden Untersuchung beobachtete auch SELYE (81) in der Schockphase und zwar nach massiven Blutungen, bei Asphyxie und nach massiven traumatischen Einwirkungen sowohl bei Menschen als auch bei Tieren, wobei diese erhöhte Plasma-Phosphor-Konzentration von keiner Veränderung der Plasma-Kalzium-Konzentration begleitet wird (SELYE).

Die hier gefundenen Natrium-Steigerungen sind zwar hochsignifikant, aber doch gering. Ob die Veränderungen der Natriumwerte ebenfalls, wenigstens zum Teil, auf eine vermehrte Ausschüttung von Adrenalin zurückzuführen sind, ist zwar wahrscheinlich, aber sichere Hinweise sind in der Literatur nicht zu finden.

Während D'SILVA (20) eine Adrenalineinwirkung auf den Blut-Natrium-Spiegel nicht nachweisen konnte, berichtet SELYE (81), daß in der Schockphase zu Beginn der Alarmreaktion die Blutchloride fallen und daß es wahrscheinlich ist, daß damit die Natriumwerte sich ebenfalls vermindern.

Als weiterer wichtiger Faktor, der eine Verschiebung der Elektrolytkonzentrationen bewirken könnte, ist die Blutverdünnung durch einströmende Gewebsflüssigkeit

in die Blutbahn in Betracht zu ziehen. Die Rinder hängen, wenn die Schlachtwunde gesetzt wird, an der Schlachtbahn mit dem Vorderkörper nach unten. Dies bedingt wahrscheinlich eine Blutansammlung in den vorderen Körperpartien. Wird nun der Schlachtstich ausgeführt, so entströmt das Blut aus der Schlachtwunde mit großer Geschwindigkeit. Man kann sich vorstellen, daß sich dadurch der Blutdruck (hydrostatischer Druck) im Gefäßsystem so rasch verringert, daß die Gewebsflüssigkeit (interstitielle Flüssigkeit) möglicherweise in das Blutgefäßsystem hineingerissen wird und somit zur Verdünnung des Blutes führt. Hierauf beruht wahrscheinlich auch das rasche Absinken des roten und weißen Blutbildes in den einzelnen Schlachtblutfraktionen, wie es MEIER (51) bei seinen Untersuchungen feststellte.

Das Eintreten von Gewebsflüssigkeit in das Blutgefäßsystem kann aber auch durch eine erhöhte Kapillar- und Zellpermeabilität bewirkt werden, welche durch die auftretende Hypoxie verursacht wird.

Über eine erhöhte Kapillarpermeabilität während der Schockphase berichtet auch SELYE (81), der dies darauf zurückführt, daß die Kapillaren gegenüber schädlichen Einflüssen außerordentlich sensibel reagieren.

Ob das Auffangen des arteriovenösen Mischblutes aus der Schlachtwunde die Verschiebung der Elektrolytkonzentrationen bewirkt, ist wahrscheinlich zu verneinen.

So stellte WALDMANN (96) bezüglich der Phosphorwerte fest, daß Blutentnahmen aus verschiedenen Gefäßprovinzen keine prinzipiellen Unterschiede ergeben.

RICHTERICH (64) ,der insbesondere über das Verhalten der Blutbestandteile im Venen- und Kapillarblut berichtet,folgt,daß die Art der Blutentnahme gerade in bezug auf die Natrium-,Kalium-,Kalzium- und Phosphorwerte ohne Bedeutung ist.

Aus den Abbildungen 21,22,23,24 und der Tabelle 3 ist der Einfluß des Alters auf die Höhe des Natrium-, Kalium-,Kalzium- und anorganischen Phosphorspiegels im Blut von Rindern ersichtlich.

Es zeigt sich ,daß die Natriumwerte ($r = + 0,033$) nur sehr geringgradig mit dem Alter ansteigen, während die Kalium- ($r = - 0,11$),Kalzium- ($r = - 0,19$) und die Phosphorwerte ($r = - 0,11$) geringgradig abfallen.Dieser Befund stimmt recht gut mit den Beobachtungen anderer Untersucher überein.Bei der vorliegenden Untersuchung muß man allerdings berücksichtigen,daß für die einzelnen Altersgruppen (Jahrgänge) zu wenig Tiermaterial vorliegt und daß gerade in diesem untersuchten Altersabschnitt von ungefähr eins bis zehn Jahren die Elektrolytwerte nur geringen Schwankungen in bezug auf das Alter unterliegen.

Die geringgradige Verringerung der Kalium-,Kalzium- und Phosphorkonzentrationen wird im wesentlichen auf die verminderte Resorptionsrate dieser Ionen aus dem Magen-Darm-Trakt und auf einen verminderten Austausch zwischen Blut und anderen Organen zurückzuführen sein.

So berichtet HANSARD (36),daß die Exkretionsrate von nicht resorbiertem mit der Nahrung aufgenommenen Kalzium mit dem Alter steigt und zugleich soll sich die labile leicht austauschbare Kalziumfraktion im Knochen mit zunehmendem Alter vermindern (HANSARD zit.n. GÜRTLER 31).

UNSHELM und FLOCK (94) bringen die Phosphatspiegeländerung mit dem somatotropen Hormon (STH) und der Gonadenfunktion in Verbindung. Sie führen die hohen Phosphorwerte in der Vorpupertät auf die vermehrte Sekretion von STH zurück. Durch vermehrte Bildung von Androgenen und Östrogenen während der Geschlechtsreife wird die STH-Sekretion vermindert, was eine Verminderung der Phosphorkonzentration im Blutserum mit sich bringt.

E. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, welchen Einfluß die Schlachtung auf die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte im Blutplasma von Rindern hat.

Außerdem wurde geprüft, ob das Alter der Tiere mit dem Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorspiegel des Blutplasmas in Zusammenhang steht.

Die Untersuchungen erfolgten vom 8.7.1970 bis 6.10.1970 an insgesamt 102 Rindern.

Die erste Blutentnahme (Jugularvenenblut) erfolgte in der Regel eine Stunde vor der Schlachtung der Tiere auf dem Schlachthof Gießen. Nach der Betäubung und anschließenden Entblutung wurden aus dem Schlachtstich drei weitere Schlachtblutfractionen entnommen. Die Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorwerte des Blutplasmas wurden mit Hilfe eines Autoanalysers der Firma Technicon bestimmt.

Folgende Ergebnisse wurden festgestellt:

a) Die Mittelwerte im Jugularvenenblut betragen für:

Natrium (mVal/l)

142,2 $\pm$ 3,35

Kalium (mVal/l)

4,34 $\pm$ 0,45

Kalzium (mVal/l)

4,87 $\pm$ 0,25

anorg. Phosphor (mVal/l)

3,34 $\pm$ 0,95

b) Die im Jugularvenenblut gefundenen Plasma-Elektrolyt-

werte unterscheiden sich signifikant von den Werten die in den drei Schlachtblutfractionen gefunden wurden.

1. Natrium

Vom Jugularvenenblut zur 1. Schlachtblutfraction steigt Natrium hochsignifikant ($p < 0,0001$) an, fällt von der 2. zur 3. Schlachtblutfraction hochsignifikant ($p < 0,0001$) ab, während es zwischen der 1. und 2. Schlachtblutfraction fast unverändert bleibt.

2. Kalium

Die Kaliumwerte steigen hochsignifikant ($p < 0,0001$) sowohl vom Jugularvenenblut zur 1. Schlachtblutfraction, als auch von der 1. zur 2., sowie von der 2. zur 3. Schlachtblutfraction.

3. Kalzium

Die Kalziumwerte fallen vom Jugularvenenblut zur 1. und von der 2. zur 3. Schlachtblutfraction signifikant ($p < 0,001$), differieren dagegen in der 1. zur 2. Schlachtblutfraction kaum.

Die Unterschiede im Verhalten des Kalziums beim Rind, gegenüber denen des Schweines lassen sich vermutlich durch die unterschiedliche Betäubung sowie tierartliche Verschiedenheiten erklären.

4. Anorganischer Phosphor

Sowohl vom Jugularvenenblut zur 1. als auch von der 1. zur 2. Schlachtblutfraction steigen die Phosphorwerte signifikant ($p < 0,002$).

c) Bei den hier untersuchten Altersgruppen besteht nur eine geringe Beziehung zwischen dem Alter der Tiere und dem Natrium-, Kalium-, Kalzium- und anorganischen Phosphorspiegel.

Die untersuchten Rinder waren etwa ein bis zu zehn Jahre alt.

Der Korrelationskoeffizient beträgt für:

Natrium : $r = 0,033$

Kalium : $r = - 0,11$

Kalzium : $r = - 0,19$

Phosphor: $r = - 0,11$

Wie aus den Korrelationskoeffizienten zu ersehen ist, scheint Natrium mit zunehmendem Alter sehr geringfügig anzusteigen, während Kalium, Kalzium und Phosphor geringfügig abzusinken scheinen.

F. Literatur

1. ALLCROFT, W. M. und H. H. GREEN
Blood calcium and magnesium of the cows in
health and disease
Biochem. J. 28, 2220 (1934)
2. BAGLIONI, T. und A. LOCATELLI
Calcio, Fosforo e Fosfatasi Ematiche nel
Bovino neonato
Arch. vet. ital. 9, 1 (1958)
3. BARAKAT, M. und R. R. HASSANEIN
Biochemische Analyse und Saisonschwankungen
von Bestandteilen des Rinderblutes
Zbl. Vet. med., R. A 16, 220-228 (1969)
4. BAUCKS, D.
Untersuchungen über den Kalium-, Natrium-
und Chloridgehalt des Blutserums bei Kühen
und Rindern von der Geburt bis zum neunten
Tage post partum
Vet. med. Diss. Hannover (1967)
5. BAUMGARTEN, F.
Experimentelle Untersuchungen über den Ein-
fluß der verschiedenartigen Zufuhr von Cl,
Na, P und Eiweiß in der Nahrung auf den
Mineralstoffspiegel derselben Elemente im
Rinderblut bei Stallhaltung und bei Weide-
gang
Vet. med. Diss. Leipzig (1933)

6. BECKER, P.

Versuche den ruhenden Zyklus bei erwachsenen Rindern mit Hungersterilität durch Gaben von Mineralsalzen, Vit.D und Vit.E zu beeinflussen unter gleichzeitiger Kontrolle der Kalzium- und Phosphor-Werte im Blutserum normal und unterernährter weiblicher Rinder
Vet.med,Diss. Berlin (1957)

7. BENTLER, W.

Über postmortale Vorgänge im Skelettmuskel vor allem bei Schlachtschweinen
Die Fleischwirtschaft 10, 1321 (1972)

8. BENTZ, H. und B. HANDRIK

Flammenphotometrische Kalium-Gewebsbestimmungen bei Schlachtrindern
Arch.exper.Vet.med. 15, 74-79 (1960)

9. BERSIN, T.

Biochemie der Mineral- und Spurenelemente
Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M (1963)

10. BILLIGHEIMER, E.

Der Calciumspiegel im Blute und seine Beeinflussung durch verschiedene Gifte
Klin.Wschr. 1, 256 (1922)

11. BRAUN, W.

Average levels of various constituents, physical properties, and formed elements of the blood of cows on pasture
Amer.J.Vet.Rec. 7, 450 (1946)

12. BUTENDIECK, N.

Untersuchungen in Rinderherden auf Betrieben mit unterschiedlicher Wirtschaftsweise unter besonderer Berücksichtigung des Mineralstoffgehaltes des Blutes und des Bodens sowie der Zwischenkalbezeit

Vet.med.Diss. Hannover

(1965)

13. CARLSTRÖM, G.

Phosphorus, Magnesium, and pH in bovine blood serum normally, after parturition, and in parturient paresis

Acta Vet.scand. 2, 350

(1961)

14. CARLSTRÖM, G.

Studies on parturient paresis in dairy cows.⁴: Calcium and proteins in bovine serum normally, after parturition and in parturient paresis

Acta Vet.scand. 2, 330

(1961)

15. CATTEL, MC KEEN and H. CIVIN

The influence of asphyxia and other factors on the serum potassium of cats

J.Biol.Chem. 126, 633-644

(1938)

16. CHRISTOPH, H. J. und H. MEYER

Klinisches Laboratorium : Arbeitsmethoden des Laboratoriums in der Veterinärmedizin

S.Hirzel Verlag, Leipzig

(1972)

17. CORMANN, L.

Über den Serumkalkwert bei normalen Kälbern und Rindern

Vet.med.Diss. Hannover

(1924)

18. DENNLER, H.-J. und K. DREPPER

Bestimmung von Calcium und Magnesium in Futtermitteln und Seren mit Hilfe der Atomabsorptionsspektralphotometrie

Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 82, 58-60 (1969)

19. D'SILVA

The action of adrenaline on serum potassium

J. of Physiol. 82, 393 (1934)

20. D'SILVA

The action of adrenaline on serum potassium

J. of Physiol. 86, 219 (1936)

21. D'SILVA

Action of adrenaline on the perfused liver

J. of Physiol. 87, 181 (1936)

22. DUKES, H. H.

The physiology of domestic animals

Cornell Univ. Press (1970)

23. EISENHARDT, A.

Flammenphotometrische Kaliumbestimmung im Serum von Schweinen

Vet. med. Diss. Hannover (1954)

24. EL AMROUSI, S. und W. HOFMANN

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder
1. Mitt.: Bestimmung des Natriums, Kaliums, Kalziums
und Magnesiums sowie des anorganischen Phosphors
im Blutserum gesunder Rinder

Deutsch. tierärztl. Wschr. 77, 49-53 (1970)

25. EL AMROUSI, S. und W. HOFMANN

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder
2. Mitt.: Klinische und blutchemische Befunde

Deutsch. tierärztl. Wschr. 77, 73 (1970)

26. FENN, W. O., WILDE, W. S., BOAK, R. A. und R. A. KOENEMANN

The effect of blood flow on potassium liberation
from muscle

Amer. J. Physiol. 128, 139 (1939)

27. FISHER, E. W.

The concentration of some of the inorganic
constituents in the plasma of healthy Ayrshire
cattle

Brit. J. Nut. 14, 9 (1960)

28. FREI, W. und H. A. EMMERSON

Der Serumkalkspiegel beim Rinde mit besonderer
Berücksichtigung der Beziehungen zum Geschlechts-
apparat

Biochem. Z. 226, 354 (1930)

29. GAFNER, P.

Über den Natrium- und Kaliumgehalt des Blutplasmas
einiger Haustiere sowie den Einfluß peroraler
Natrium- und Kaliumverabreichung auf den Gehalt
dieser Elemente im Blut der Ziege

Vet.med.Diss. Bern (1955)

30. GLASNER, F.

Psychische Beeinflussung des Blutserum-Kalkspiegels

Klin.Wschr. 2, 1492 (1924)

31. GÜRTLER, H.

Ernährungsphysiologische Aspekte zur Ätiologie,
Behandlung und Prophylaxe der Gebärpause der
Rinder

Monatsh.Vet.med. 19, 327 (1964)

32. HAAB, P.

Herdensterilität bei Rindern

Einfluß der Versorgung mit Calcium und Phosphor

Vet.med.Diss. Hannover (1954)

33. HAAG, J. und J. JONES

The calcium and inorganic phosphorus content of the
blood plasma of normal dairy cattle

J.Biol.Chem. 110, 439 (1935)

34. HAIBA, M. H. und K. A. EL RAWII

A comparative study on the level of Ca, inorganic
Phosphor and Mg in the blood serum and bile of the
normal healthy Buffalo and those Buffaloes
infested with Liver fluke

Z.Parasitenk. 23, 527 (1964)

35. HALLGREN, W., CARLSTRÖM, G. und G. O. JÖNSSON
Studies on parturient paresis in dairy cows:
3. Determination of calcium ion concentration in
bovine serum in different hypocalcaemic and
pseudocalcaemic conditions
Nord. Vet. med. 11, 217 (1959)
36. HANSARD, S. L., COMAR, C. L. and G. K. DAVIS
Effects of age upon the physiological behavior
of calcium in cattle
Amer. J. Physiol. 177, 383 (1954)
37. JOHNSON, S. R.
The level of inorganic phosphorus in the blood of
dairy cattle
J. Nutr. 17, 15 (1939)
38. JÖNSSON, G. und B. PEHRSON
The diagnostic value of Bloodsamples taken in
conjunktion with exsanguation of cows
Acta Vet. scand. 9, 378-380 (1968)
39. KMENT, A.
Kaliumbestimmungen im Serum von Haustieren
Wiener tierärztl. Mschr. 36, 398 (1949)
40. KOLB, E., MÜLLER, I. und H. SEIDEL
Untersuchungen an Schweinen: 1. Mitt.: Über den
Natrium- und Kaliumgehalt des Serums und Blutes
sowie verschiedener Abschnitte des Herzmuskels und
der Skelettmuskulatur unter besonderer Berücksichtigung
der Ausblutung
Zbl. Vet. med. 9, 463-485 (1962)

41. KOLB, E.

Lehrbuch der Physiologie der Haustiere

Veb. Gustav Fischer Verlag Jena

(1967)

42. KORNBERG, L.

Flammenphotometrische Bestimmungen des Natriumgehaltes
im Blutserum bei klinisch gesunden und kranken Pferden,
Rindern und Schweinen

Vet. med. Diss. Hannover

(1957)

43. KÖPPEL, W.

Der Natrium-, Kalium-, Kalzium-, anorganischer Phosphor-,
Cholesterin-, Gesamteiweißgehalt und die Aktivität der
alkalischen Phosphatase im Serum türkischer und
deutscher Schlachtrinder

Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 82, 226

(1969)

44. KRAFT, W.

Das Verhalten von Natrium, Kalium, Kalzium, anorganisches
Phosphat, Chlorid, Gesamteiweiß, GOT, GPT, LDH und alkalische
Phosphatase im Plasma von Schlachtschweinen vor dem
Transport zum Schlachthof, nach dem Transport und
während der Entblutung

Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 84, 349-351

(1971)

45. KREUZER, W., RING, Ch. und K. SCHRÖDER

Zum Kaliumgehalt in Fleischproben von Rind und Schwein

Die Fleischwirtschaft 48, 802

(1968)

46. LANE, A. G., CAMPBELL, J. R. und G. F. KRAUSE

Die Mineralstoffzusammensetzung des Blutes bei
Wiederkäuern

J. Animal Sci. 27, 766-770

(1968)

47. LAUNER, P.

Vergleichende Bestimmungen des Serumkalziumspiegels zwischen der manganometrischen und der komplexometrischen Methode bei klinisch gesunden Rindern unter Berücksichtigung des Lebensalters und des Geschlechts

Vet.med.Diss. Leipzig

(1967)

48. LOCHNER, K.

Vergleichende klinische, röntgenologische, anatomische und histologische Untersuchungen am Schwanz des geschlechtsreifen weiblichen Rindes sowie Kalzium- und Phosphor-Bestimmungen im Serum im Hinblick auf die Feststellung von Mineralstoffmangelanlagen

Vet.med.Diss. Leipzig

(1966)

49. LÜHRS, W. und A. EBBMEYER

Mineralstoffwechsel und Tumorwachstum

Zschr.ges.innere Med. 6, 416-422

(1951)

50. MC SHERRY, B. I. und I. GRINYER

The pH-values, carbon dioxide content, and the levels of sodium, potassium, calcium, chloride and inorganic phosphorus in the blood serum of normal cattle

Amer.J.Vet.Res. 15, 509

(1954)

51. MEIER, R.

Das Verhalten des roten und weißen Blutbildes bei Schlachtrindern vor der Schlachtung und während der Entblutung

Vet.med.Diss. in Vorbereitung

52. MYLREA, P.J. und R.F.BAYFIELD

Konzentrationen einiger Bestandteile im Blut und Serum
von augenscheinlich gesundem Milchvieh. 1. Mitt.:

Elektrolyte und Mineralstoffe

Austral.veterin.J. 44, 565-569 (1968)

53. NESENI, R.

Der Einfluß der verschiedenen Betäubungsmethoden der
Schlachttiere auf den Kalzium- und Kalium-Spiegel
des Blutes derselben

Wiener tierärztl. Mschr. 23, 513 (1936)

54. NESENI, R.

Der Blutkalzium und -kaliumspiegel von Schlachtrindern
und Schweinen bei verschiedenen physiologischen
Zuständen

Deutsch.tierärztl. Wschr. 44, 566 (1936)

55. NILSSON, L.S.

Hypocalcemia in cattle

J.Amer.Vet.Med.Ass. 137, 705 (1960)

56. PASCU, T., MIHAI, D. und H. LUNCA

Die Konzentration an Natrium und Kalium in der
normalen Follikelflüssigkeit und in Follikelzysten
des Ovars sowie im Blut der gleichen Kühe

Recueil Méd.vétérin. 145, 1283-1292 (1969)

57. PATEL, B.M., MEMON, G.N. und V.V.MISTRY

Die Konzentration von Phosphat, Kalzium und Magnesium
im Serum von indischen Rindern

Indian veterin.J. 43, 785-800 (1966)

58. PAUL, K.

Untersuchung über den Kalzium- und Phosphorspiegel
des Rinderblutes in zwei Allgäuer Beständen

Vet.med.Diss. München

(1936)

59. PAULSSON, S.

Klinisk-Kemiska och Hematologiska Normalvärden

Medlemsbl.Sveriges Veterinär.förb. 17, 462-476

(1965)

60. PAYNE, J.M. und F.B. LEECH

Faktoren, die die Konzentration von Kalzium und
organischem Phosphor im Plasma der Kuh beeinflussen
mit besonderem Bezug auf Trächtigkeit, Laktation und
Lebensalter

Brit.Vet.J. 120, 385-388

(1964)

61. PUHAC, I., HRGOVIC, N. und A. CVETKOVIC

Beitrag zur Wirkung der Anbindehaltung von Milchkühen
in Offenställen auf die Produktion und Bildung von
physiologischen Konstanten im Blut. 4. Mitt.: Konzentration
von Natrium, Kalium, Karotin, Vitamin A im Serum und
Glucose im Blut

Veterin.Glasnik, Beograd 23, 173-183

(1969)

62. RAKO, A., DUMANOVSKY, F., FINDRIK, M. u.a.

Zum Einfluß von Fütterung und Milchleistung auf den
Serumgehalt an einigen Mineralstoffen, Fermenten und
Eiweißen

Veterin.Arh., Zagreb 33, 213-218

(1963)

63. REIHART, O.F.

Chemical studies of the blood of normal cows

J.Amer.Vet.med.Ass. 94, 33-34 (1939)

64. RICHTERICH, R.

Klinische Chemie

Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M

2., erweiterte Auflage (1968)

65. RODEK, H.

Über postmortale Kaliumverschiebungen im Organismus

Zschr.ges.exper.Med. 129, 193 (1957)

66. ROUBICEK, C.B., TAYLOR, R.L., PAHNISH, O.F. u.a.

Konzentrationen an Phosphor im Plasma und an Hämoglobin
im Blut bei weidenden Rindern ohne Zufütterung

J.Animal Sci. 27, 1487-1493 (1968)

67. RUSTIGE, J.

Über den Einfluß verschiedener Eiweißrationen auf den
Reststickstoff-, Kalzium- und Magnesiumgehalt des Blutes
beim Rind

Vet.med.Diss. Hannover (1958)

68. SACHS, L.

Statistische Auswertungsmethoden

Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1969)

69. SAID, A. H., ZAKI, K., EL AZAB, E. A. u. a.

Der Einfluß von Alter und Trächtigkeit sowie einigen Krankheitszuständen auf den Gehalt des Serums an Kalzium, Phosphor, Gesamt-Eiweiß und proteingebundenen Polysacchariden beim Rind

Zbl. Vet. med. 11, (A), 685-691 (1964)

70. SAID, A. H., EL AMROUSI, S., SOLIMAN, F. A. u. a.

Stoffwechselwirkungen von Östrogenen unter besonderer Berücksichtigung biochemischer Blutuntersuchungen bei Friesenkühen. 2. Mitt.: Wirkung von Stilböstrol auf Serumelektrolyte bei Friesenkühen

Indian veterin. J. 43, 1062-1068 (1966)

71. SANDER, B.

Flammenphotometrische Kaliumbestimmung im Blutserum gesunder Rinder, Pferde und Schafe

Vet. med. Diss. Hannover (1956)

72. SCHMID, K.

Untersuchungen über den Mineralstoffgehalt des Blutserums in Rinderherden mit Störungen der Fruchtbarkeit unter Berücksichtigung der chemischen Mischfutteranalyse

Vet. med. Diss. Hannover (1963)

73. SCHNEIDAWIND, R.

Blutkalzium und Sterilität beim weiblichen Rind

Vet. med. Diss. FU Berlin (1962)

74. SCHREIBER, G.

Zur Pharmakologie der Elektrolyte

Tierärztl. Umschau 24, 275-280 (1969)

75. SCHÜTZ, W.

Flammenphotometrische Untersuchungen von Calcium,
Natrium und Kalium im Blutserum der Haustiere
Vet.med.Diss. Gießen (1954)

76. SCHWARZ, H.

Einwirkung des Adrenalins auf den Kaliumgehalt des
Blutserums
Arch.exp.Path. u. Pharm. 177, 628 (1935)

77. SEIDEL, H., H.-J. BÄR und I. MÜLLER

Mineralstoffkonzentrationen im Serum klinisch
gesunder Rinder
Arch.exp.Vet.med. 24, 889-892 (1970)

78. SEIDEL, H. und J. SCHRÖTER

Das Verhalten der Natrium-, Kalium-, Kalzium-,
Magnesium- und Phosphorkonzentration im Serum
des graviden und laktierenden Rindes
Arch.exp.Vet.med. 24, 873 (1970)

79. SEIDEL, H., SCHRÖTER, J. und E. KOLB

Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Magnesium-Bes-
timmungen im Serum von festliegenden Rindern
Mhefte Vet.med. 19, 926-932 (1964)

80. SEIDEL, H., EHRENTAUT, W. und H.-J. BÄR

Tagesschwankungen der Kalium-, Kalzium- und
Magnesiumkonzentrationen im Serum des klinisch
gesunden Rindes
Arch.exp.Vet.med. 24, 884-887 (1970)

81. SELYE, H.

The general adaptation syndrome and the diseases
of adaptation
Journal of clinical endocrinology 6, 117-196 (1946)

82. SELYE, H.

Stress
Acta Inc. Med. Publ. (Montreal) (1950)

83. SHIRLEY, R. L., EASLEY, J. F., MC CALL u. a.

Die Phosphordüngung von Pangolaweiden und der
Gehalt an Phosphor, an Kalzium und an Hämoglobin,
sowie der Hämatokritwert im Blut von Kühen
J. Animal Sci. 27, 757-765 (1968)

84. SIMEONOV, S., SAVOV, M., ANDREEV, A. u. a.

Untersuchung des Gehaltes einiger Kalzium- und
Phosphorformen im Blutserum der Kühe
Veterinarnomedicinski nauki, Sofija 2, 609-615
(1966)

85. SLANINA, L., WRZGULA, L. und P. BARTKO

Werte von Blutuntersuchungen und vom Panseninhalt
bei hochproduktiven Milchkühen im Verlaufe des
Jahres
Veterinarni Med. 13, 75-82 (1968)

86. SPRENGER, H. U.

Flammenphotometrische Untersuchungen über den Natrium-,
Kalium- und Kalziumspiegel des Rindes im Verlauf
von 24 Stunden
Vet. med. Diss. FU Berlin (1963)

87. SQUIBB, R. L., BRAHAM, J. E., GUZMAN, M. A. und N. S. SCRIMSHAW

Several blood constituents of five breeds of
dairy cattle in Guatemala

88. SREBOCAN, V.

Zum Umsatz von Kalzium, Phosphor und Magnesium
sowie zur Aktivität der alkalischen Phosphatase
im Serum von Rindern aus Gornja Posavina
Veterin. Arh., Zagreb 24, 273- 278 (1964)

89. STEPHAN, J.

Untersuchungen über den Natrium- und Kaliumgehalt
im Serum gesunder und erkrankter Wiederkäuer unter
besonderer Berücksichtigung experimentell hervor-
gerufener Leberschäden
Vet. med. Diss. Leipzig (1965)

90. STÖCKL, W., LUSCHIN, B., ZACHERL, M. K. u. a.

Vergleichende Serumuntersuchungen bei Kühen vor
und nach der Geburt und bei der Kälbern
Zbl. Vet. med. 12 (A), 400-404 (1965)

91. TASHJIAN, J. R., SYNDER, J. W. und M. KRUSHNA

Blood studies of 32 clinically normal Ayrshire
cattle
The Cornell Veterinarian 58, 8-11 (1968)

92. FIRMA TECHNICON

Arbeitspapiere für den Autoanalyser
Technicon Instruments Corporation Chancery,
New York (1965)

93. UNSHELM, J. und W. H. RAPPEN

Individuelle tages- und tageszeitabhängige Schwankungen
von Blutbestandteilen beim Rind. 1. Mitt.: Das
Verhalten der Mineralstoffe Natrium, Kalium, Kalzium,
Magnesium und anorganischer Phosphor
Zbl. Vet. med. 15 (A), 418-437 (1968)

94. UNSHELM, J. und D. FLOCK

Die Konzentration des anorganischen Phosphors und die Aktivität der alkalischen Phosphatase im Blutplasma von Rindern in Abhängigkeit vom Alter und anderen Einflußfaktoren

Zbl. Vet. med. 14, (A), 528-547 (1967)

95. VRZGULA, L.

Influence of age on sodium, potassium and calcium level of bovine blood serum

Fol. vet. Kosice 7, 223 (1963)

96. WALDMANN, I.

Der postmortale Calcium-Phosphor-Spiegel im Blut und seine Bedeutung für die Pathologie des Stoffwechsels unter besonderer Berücksichtigung des Skeletts

Diss. München (1954)

97. FISKE, C. H. und Y. SUBBAROW

The Colorimetric Determination of Phosphorus

J. Biol. Chem. 66, 375 (1925)

LEBENS LAUF

Am 19. Oktober 1947 wurde ich als Sohn des Amtsrates Heinrich Lang und seiner Ehefrau Wilhelmine Lang, geborene Euler in Gießen geboren.

Nach vier Jahren Volksschule besuchte ich ein Jahr die Realschule und wechselte dann auf das Lichtenberg-Gymnasium in Darmstadt über. Hier legte ich 1966 die Reifeprüfung ab. Im gleichen Jahr habe ich mein veterinärmedizinisches Studium an der Justus Liebig-Universität in Gießen begonnen.

1968 bestand ich dort die Tierärztliche Vorprüfung und 1972 den dritten Abschnitt der Tierärztlichen Prüfung.

1972 wurde mir die Bestallung als Tierarzt erteilt. Gleich nach Beendigung meines Studiums widmete ich mich der Doktorarbeit.

Im Dezember 1972 habe ich geheiratet.

Seit 1. Juli 1973 bin ich am Tierhygienischen Institut in Freiburg im Rinder- und Eutergesundheitsdienst tätig.

